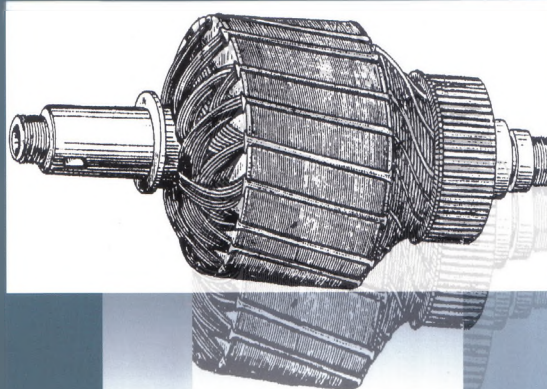


Dienes László – Kliment Tibor

Villanyszerelő szakmai ismeretek II.



Raktári szám: 59720/II.

Szerkesztette: Balogh Zoltán

Lektorálta: Nagy Jenő, Dombóvári Mátyás

© Dienes László, *Kliment Tibor*, 2006.

ISBN 978-963-7746-66-6

Minden jog fenntartva. A könyv egészének vagy bármely részletének másolása, reprodukálása, nyomtatott, vagy elektronikus formában való közzététele csak a kiadó engedélyével lehetséges.

© B+V (medical&technical) Lap- és Könyvkiadó kft., 2006.

Változatlan utánnyomás

Kiadja a Líra Könyv Zrt., a B+V jogutódja

www.lira.hu

Felelős kiadó: a B+V Kiadó ügyvezető igazgatója

Műszaki vezető: Rácz Julianna

Nyomdai előkészítés: PGL Grafika Bt.



Készült a Gyomai Kner Nyomda Zrt.-ben, 2010-ben

Felelős vezető: Fazekas Péter vezérigazgató

Tel.: 66/887-400

Tartalom

1. Bevezetés, a tantárgy tanításának célja a tananyag ismertetése	5
2. Érintésvédelem	7
2.1. Az érintésvédelem célja, fogalom meghatározások	7
2.2. Az érintésvédelem megoldási módjai	13
2.3. Védővezetős érintésvédelmi módok	13
2.4. Védővezető nélküli érintésvédelmi módok	24
2.5. Az érintésvédelem ellenőrzése	30
3. Gyengeáramú berendezések és hálózataik	35
3.1. Gyengeáramú berendezések csoportosítása, gyengeáramú berendezések rajzjelei	35
3.2. Hangjelző készülékek	37
3.3. Televíziós antennakábel hálózatának kialakítása	42
3.4. Távbeszélő-hálózatok kialakítása	44
3.5. Tűzjelző berendezések működési elve és létesítése	46
3.6. Behatolásjelző berendezés működési elve	47
4. Kisfeszültségű kapcsolókészülékek	52
4.1. Kisfeszültségű kapcsolókészülékek felosztása	52
4.2. Kézi működésű kapcsolók	53
4.3. Mágnes működtetésű kapcsolók	57
4.4. Motorvédő kapcsolók	62
4.5. Működtető és jelző készülékek	65
4.6. Relék	70
4.7. Korszerű kapcsolókészülékek	72
5. Villamosgépek	79
5.1. A villamos gépek fogalma, felosztása	80
5.2. Transzformátorok	81
5.3. Egyenáramú gépek	102
5.3.1. Szerkezeti felépítésük	102
5.3.2. Egyenáramú motorok működése	104
5.3.3. Egyenáramú generátorok működése	107
5.4. Szinkrongépek	109
5.5. Aszinkrongépek	115
6. Vezérlések és szabályozások alkalmazása	128
6.1. A vezérlés és szabályozás fogalma, feladata, jellemzői	128

4 Villanyszerelés II.

6.1.1. A vezérlés alapelve	129
6.1.2. A vezérlés módjai	130
6.1.3. Vezérlési rendszerek felosztása:	131
6.1.4. A vezérlési rendszerek csoportosítása	133
6.1.5. Érintkező nélküli, félvezető elemeket tartalmazó vezérlések	137
6.1.6. Félvezető elemek védelme	141
6.2. A szabályozás alapelve	142
6.2.1. Szabályozási hatáslánc	143
6.3. Folyadékszint-szabályozás működési elve	143
6.4. Tartálynyomás-szabályozás működési elve	145
6.5. Hőmérséklet-szabályozás működési elve	146
6.6. Fordulatszám-szabályozás működési elve	148
6.7. Vezérlő áramkörök felépítése PLC-vel	152
6.8. Elektro-pneumatikus vezérlések alapjai	156
6.9. Alkalmazott vezérlési és szabályozási kapcsolások üzemzavarai, meghibásodásai, hibaelhárítási lehetőségei	160
Felhasznált irodalom	163

1.

Bevezetés, a tantárgy tanításának célja a tananyag ismertetése

A villanyszerelő szakképesítés sokoldalúan képzett, jó szakmai alapokkal rendelkező szakembert kíván. A szakterület szinte minden fontosabb területén olyan ismeretekkel kell rendelkeznie, amelyeket a későbbiek folyamán bővíteni és fejleszteni tud.

A villanyszerelők hozzák létre a fogyasztó berendezések működéséhez szükséges hálózatokat, építik be az igényeknek megfelelő berendezéseket.

A villanyszerelők feladata, alapvetően a különféle áramnemeknek és feszültség szinteknek megfelelő villamosan biztonságos szerelés, a hozzájuk szükséges anyagok biztonságos beépítése.

A villanyszerelők által létesített berendezéseket túlnyomóan nem szakképzett (laikus) emberek használják, ezért kiemelkedően fontos a villamos biztonsági előírásoknak megfelelő szerelés.

A tankönyv három tanítási év szakmai ismeret anyagából a második évre tervezett részeket kívánja bemutatni és kellő szakmai tájékozottságot biztosítani. Az első év (első tankönyv) anyagának tudatos és jó ismeretét feltételezi a második év tananyaga és a tankönyv is. A tanultak alapján a tanulónak képesnek kell lennie arra, hogy az iparban és a kereskedelemben található termékek, berendezések, készülékek között tudjon eligazodni.

Az elmúlt években jelentősen megnőtt a villanyszerelő szakterületén alkalmazott termékek fajtája, kivitele, választéka, megoldásaik sokszínűvé vált.

A szakmában meghatározó szabványok, az európai jogharmonizációval változnak, ezért figyelni kell a változásokat, amelyhez segítséget nyújtanak a szakfolyóiratok, tanfolyamok.

Kiemelkedően fontos a villamos biztonságot segítő érintésvédelmi ismeretek tudatos és biztos elsajátítása. Természetesen, mint minden ismeret állandóan bővül, így a tanulók ismeretei is állandóan bővülnek, tudatos alkalmazásuk erősödik.

A gyengeáramú berendezések ma már elkerülhetetlen részei az épületeknek (lakásoknak, irodáknak, gyáraknak, stb.), amelyek működéséhez szükséges berendezések jelentős részét a villanyszerelő szakembernek kell kialakítani.

A kapcsolókészülékek, hálózati csatlakozóknak fontos szerepük van a villamos energia használatában, ezért azok a célnak megfelelő kiválasztása, szakszerű szerelésük elengedhetetlen követelmény.

A villamos energia különféle célokra való felhasználása gyakran az energia átalakítás nélkül nem oldható meg. Az energia átalakítások jelentős részét a villamos gépek segítik. Ezért a villamos gépek működésének ismerete, a villamos gépek alkalmazása nélkülözhetetlen.

A villamos fogyasztó berendezések, gépek működését segítik a villamos vezérlések és szabályozások, amelyeket együttesen irányítástechnikának nevezünk. Ezek szerelése, javítása, karbantartása is lehet a villanyszerelő feladata.

A termékek jelentős része elektronikai egységeket is tartalmaz. Ezért indokolt, hogy a szakember – a szűk ismereteken túlmenően – jobban ismerkedjen meg az elektronika, az erősáramtól eltérő, biztonsági és szerelési követelményeivel.

A villanyszerelő szakterület folyamatosan változik, fejlődik, indokolt tehát a megszerzett ismeretek felújítása, bővítése. A szakember kísérje figyelemmel a gyártók, forgalmazók szakmai tájékoztatóit, a szakmai kiállításokat.

A tankönyv, természetesen nem törekedhet teljességre ezért a felhasználóknak, ki kell egészíteniük a mindenkori korszerűbb ismeretekkel azokat.

2.

Érintésvédelem

Érintésvédelem-áramütés elleni védelem hiba esetére; védelem közvetett érintés ellen vagy hiba cse-tére (MSZ 172:MSZ EN 2364 szerint).

2.1. Az érintésvédelem célja, fogalommeghatározások

A villamos energia termelése, továbbítása és felhasználása balesetveszéllyel, életveszéllyel jár.

Amikor valamilyen áramforrás áramkörébe emberi test kerül, és azon keresztül záródik, az emberi testen keresztül áram folyik. Az így keletkezett állapotot áramütésnek nevezzük. Az áramütés az emberi szervezet életműködését súlyosan veszélyezteti, rendkívüli esetben halált is okozhat.

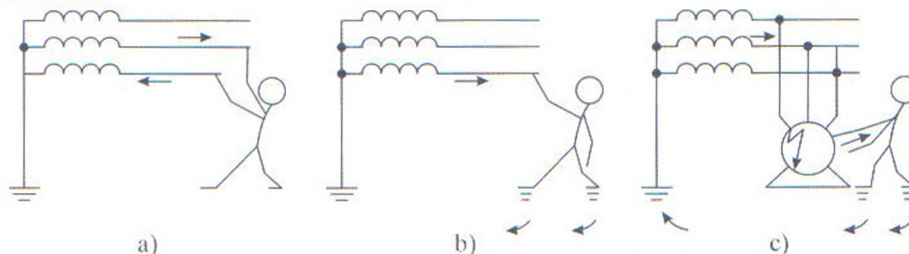
Az emberi test többféle módon kerülhet a zárt áramkörbe.

Leggyakrabban előforduló esetek:

- a) két olyan üzemi vezető érintése, amely egymáshoz képest feszültség alatt van,
- b) egy olyan vezető, amely a földhöz képest feszültség alatt van,
- c) testzárlatos villamos szerkezet érintése

Az áramütések a következők szerint keletkezhetnek (2.1.1. ábra).

Üzemszerűen feszültség alatt álló részek véletlen érintés által keletkezett áramütés. Az ilyen áramütések megelőzésére a termékszabványok, az MSZ 1600 szabványsorozat és az MSZ 2364 szabványsorozat egyes szabványainak előírásai adnak útmutatást (2.1.1. a., b. ábra).



2.1.1. ábra. Villamos vezeték, készülék megérintése

A villamos berendezések létesítésére vonatkozó előírások a villamos berendezések készítésének és szerelések folyamataira vonatkozó szabályokat foglalja össze. A szabályok betartásával biztosítjuk a villamos energiának folyamatos és gazdaságos felhasználását, az üzembiztonságot és élet- és vagyonbiztonságot.

Üzemszerűen feszültség alatt álló részek tévedésből, vagy tudatosan történő megérintésével (szerelés közben). Az ilyen áramütés elleni védekezés szabályait az „Erősáramú Üzemi Szabályzat MSZ 1585” tartalmazza (2.1.1. a., b. ábra).

A villamos berendezések üzemvitelére és szerelésére vonatkozó előírások tartalmazzák az erősáramú villamos berendezések biztonságos üzemvitelére és szerelésére vonatkozó műszaki követelményeket, a dolgozók életét és testi épségét védő rendszabályokat.

A villamos berendezések olyan fém részeit, amelyek üzemszerű körülmények között nincsenek feszültség alatt, áramot nem vezetnek, használat közben megérintjük, megfogjuk. Ezek a fém vagy más vezetőanyagú testek valamilyen meghibásodás következtében feszültség alá kerülhetnek, a feszültség alá került testeknek az ember által való érintése áramütést okozhat. Az áramütésből eredő veszélyek elleni védelem, valamint a berendezések létesítésének, üzemben tartásának előírásait, műszaki intézkedéseit az érintésvédelem fogja össze. Az érintésvédelem az új szabvány szerint védelem közvetett érintés ellen (áramütés elleni védelem hiba esetére).

Az érintésvédelem előírások, szabályok, műszaki intézkedések összessége, amelyek célja, az üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de testzárlat következtében esetleg feszültség alá kerülő fémtestek érintéséből keletkező élettani veszélyek megelőzése, csökkentése.

Az érintésvédelem alapfogalmai

Hálózat a vezetékek és minden villamos berendezések összessége, amelyek a villamos energiaforrás kapcsaitól a villamos energiát egyéb, nem villamos energiává átalakító gép vagy készülék kapcsáig terjednek.

Test a berendezésnek, gépnek vagy készüléknek fémből vagy más, villamosan vezető anyagból készült minden szerkezeti és tartó része, amely üzemszerűen nincs feszültség alatt, de meghibásodás vagy rendellenesség következtében feszültség alá kerülhet.

Föld (a szabvány szempontjából) a talaj vagy a talajjal érintkező minden nem szigetelőanyagú tárgy.

Földelés valamely vezetőnek vagy testnek a földdel való közvetlen vagy közvetett összeköttetése. A földelés magában foglalja a földelőt és a földelővezetőt.

Földelővezető az áramnak a földbe folyását közvetítő, földben lévő vezető.

Földelő a földelőt és a földelőndő testet vagy földelőndő vezetőt köti össze.

Üzemi földelés az üzemszerűen feszültség alatt álló vezetőrendszer valamelyik, erre alkalmas pontjának (általában csillagpontjának) összekötése a földdel.

Földzárlat az üzemszerűen feszültség alatt álló vezetőnek a földdel való olyan záródása, amely rendellenesség következtében keletkezik.

Testzárlat valamely üzemszerűen feszültség alatt álló vezetőnek a testtel rendellenesség folytán bekövetkező záródása. Ha a test a földtől nincs elszigetelve, akkor a testzárlat egyben földzárlat.

Nullapotenciál (a szabvány szempontjából) az olyan, áramot nem vezető földelő potenciálja, amelytől minden más – esetleg áramot vezető – földelő olyan távol van, hogy ennek potenciálját nem befolyásolja.

Hibafeszültség az a feszültség, amely a meghibásodás folytán feszültség alá került test és a nullapotenciálú hely között vagy két, meghibásodás folytán feszültség alá került test között fellép.

A földelő feszültsége az a feszültség, amely a földelőn átfolyó földzárlati áram hatására a földelő és a nullapotenciálú hely között fellép.

Érintési feszültség a hibafeszültségnek vagy a földelő feszültségének az a része, amelyet az ember áthidalhat.

Nullavezető az áramforrás közvetlenül földelt csillagpontjából kiinduló vezető, Üzemi áramot vezethet. (N vezető)

Nullázó vezető a nullázott testet és a rendszer nullavezetőjét összekötő vezető. Üzemszerűen nem vezet áramot.

Védővezető (PE vezető) a védővezetős érintésvédelemben a testek, földelők összekötésére szolgál

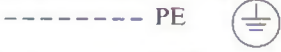
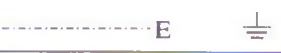
Villamos szerkezet a vezetékek kivételével minden villamos energia szolgáltatásra szolgáló termék, vagy szerelési egység

2.1. táblázat

Érintésvédelmi rajzjelek

Megnevezés	Rajzjel
Földelő	
Pl. vezető, földeléssel	
Test	
Árnyékolás a földdel összekötve	
Árnyékolás a testtel összekötve	
Védő csatlakozó kapocs	
Zajmentes földelés	
Szigetelés (dielektrikum)	
Védővezető	
II. évi osztályú gyártmány	
Zárlatbiztos	
Burkolt	
Beépítendő	

2.1. táblázat folytatása

Megnevezés	Rajzjel
Játék	
Csengő	
Kézilámpa	
Elválasztó	
Lomhabztosító zárlatbiztos transzformátorral	
Váltakozó áramú rendszer vezetői Fázisvezetők általában	 L  L ₁ (R)  L ₂ (S)  L ₃ (T)
1. Fázisvezető	
2. Fázisvezető	
3. Fázisvezető	
Nullavezető, érintésvédelmi funkció nélkül	 N
Egyenáramú rendszer Pozitív vezető	 L +
Negatív vezető	 L -
Középvezető, érintésvédelmi funkció nélkül	 M
Védővezető, védőcsatlakozó kapocs	 PE 
Védővezető, földelt nullavezető funkcióval	 PEN
Földelővezető, földelés	 PU
	 E 
Csatlakozóaljzat három hüvellyel	
Védőérintkezős csatlakozóaljzat (R-N+F)	
Védőérintkezős csatlakozó aljzat három csatlakozó hüvellyel	
Négyvezetős nullázott rendszer	

Az érintésvédelem a villamos balesetek elhárítására irányul. Ahhoz, hogy az intézkedések hatásosak legyenek, ismernünk kell az áramütések élettani hatását, a balesetek bekövetkezésének valószínű körülményeit és a villamos balesetek megelőzésére szolgáló egyéb intézkedéseket is.

Az áram élettani hatásai

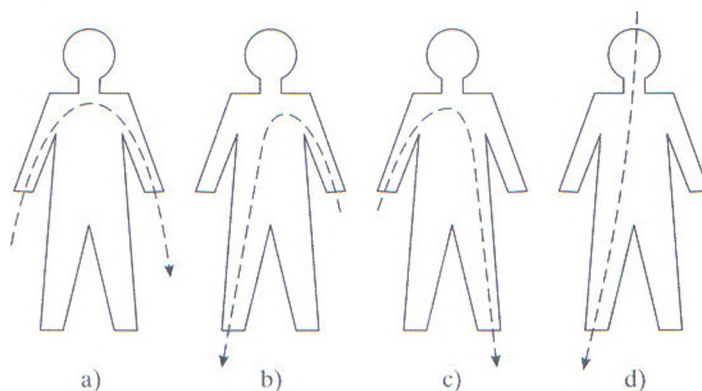
Áramütéses balesetnél az áramkör az emberi testen vagy az emberi test egy részén keresztül záródik (2.1.2. ábra). Az emberi test R ellenállásán keresztül Ohm törvénye szerint U feszültség esetén

$$I = \frac{U}{R} \text{ A áram folyik keresztül.}$$

Az áramütéskor az emberi testen átfolyó áram a szervezet életfolyamatait többféle módon befolyásolja. Az emberi test különböző szövetekből épül fel. A szövetek közt a szöveteket tápláló vérerek haladnak, a szöveteket szövetnedv itatja át. A szövetnedvekben lebegnek az emberi életfolyamatainak hordozói, a parányi de igen nagy felületű testecskék. Ezek a végtelen finom oldatok – kolloidok – a szervezeten belül vegyileg egyensúlyban vannak. A villamos áram hatására az egyensúlyi állapot megbomlik. A szemcsék sűrűsödésének, összeállásának, amely meglassítja, majd bizonyos határon felül megállítja az életfolyamatokat. Az áram vegyi bontóhatása a szövetek víztartalmát oxigénre és hidrogénre választja szét, a hatás annál erősebb, minél nagyobb a szövet víztartalma. A kémiai hatás következménye az is, hogy az áram által megsértett szövetek színe fehér, mert az áram kioldja a vér és izom vörös festékanyagát. Az áram vegyi hatása a kolloidokon és a szöveteken kívül az emberi test nagy szerveire, az agyra, a szívre, és a vesére, valamint a test különböző részein lévő idegközpontokra romboló hatást fejt ki.

A szervezetet érő villamos hatás az idegrendszer működését megzavarja, bénítólag hat és izomgörcsöket okozhat. A tudómozgató izmok görcse légzési zavarokat, a légzőközpont megbénulása fulladásos jelenségektől kísért tetszhalált okozhat.

Az áramütés esetén, ha a szív az áram útjába kerül és a szívet érő áraminger a pitvar, a kamraizmot ingerli, a belső és a külső inger következtében szívkamralebegés léphet fel.



2.1.2. ábra. Az áram útja áramütés esetén

Az áramütés a légzőközponton kívül más idegközpontokat is megbéníthat vegyi bomlasztó hatásával, ezt a hatást sokk-hatásnak nevezzük. Az idegközpontok bénulása elsősorban az érfalakat tágítja, és áteresztővé teszi a vér könnyen folyó elemei kiszivárognak az erekből, a vér besűrűsödik. Ennek következtében a vérnyomás nagymértékben csökken. A hőszabályozó központ megbénulása esetén a test hőmérséklete lecsökken. A villamos ív fénye a szemén okozhat különféle megbetegedéseket (pl. kötőhártya-gyulladást).

Az emberi szervezet az áramerősségre, az áram és idő szorzatára, a villamos töltésre érzékeny. Érzetküszöbnek nevezzük az áramerősségnek azt az értékét, amelynél az ember az áram hatását érzékeli. Ez az érték 0,4 mA-ra becsülhető. Elengedési áramerősségnek nevezzük azt az áramerősséget, amelynél az ember izomgörcsöt kap, saját akaratából már nem képes az áramkörből kiszabadulni. Ez az érték nagy szórást mutat, 50 periódusú váltakozó áram esetén 1 – 10 mA között változik. A veszélyes áramerősséget a 2.2. táblázat tartalmazza. Az emberi test különböző vezetőképességű anyagból épül fel.

2.2. táblázat

Veszélyes áramerősségek (férfiakra) 50 Hz váltakozó áram esetén

	A hatás jellege
1–1,5 mA	Az érzet kezdete, könnyű remegés az ujjakban.
2–3 mA	Mozgást nem gátló érzet.
8–10 mA	A karok elnehezülnek, de el tudnak mozdulni az érintett vezetőtől, erős fájdalom az ujjakban, karizületekben és a karban.
10 mA	Elengedési áramerősség
25 mA	A karok lassan bénulnak, elválasztani a vezetőtől nem lehet. Igen erős fájdalom. A légző izmok görcse.
70 mA	A légzés bénulása. A szívkamrák elégtelen működésének kezdete 0,1–0,3 s után halálveszély.
100 mA	A légzés bénulása.

A táblázat alapján látható, hogy igen fontos az áramütést szenvedett személyt az áramkörből rövid idő alatt kiszabadítani és az elsősegélynyújtást késedelem nélkül megkezdni.

Az emberi test ellenállását a feszültség alatt álló tárgy vagy vezeték érintésekor az emberen átfolyó árammal szemben számos tényező befolyásolja: a bőrfelület külső rétegének ellenállása, az emberi test belső részeinek ellenállása, az áramkör útjába eső egyéb ellenállások (cipő, ruha, a padlózat minősége stb.), a kedélyállapot, izzadás, savas, lúgos gőzök, a bőrfelület tiszta vagy szennyezett állapota, az érintési vagy kontaktnyomás. A bőrréteg ellenállása tulajdonképpen átmeneti ellenállás, amely átütés következtében sérül meg. Az átütés az emberi test ellenállásának letörését jelenti, ekkor a belső részek ellenállása néhány ohmos értékre csökken. Az emberi test teljes ellenállása 1000 ohmra tehető.

A szívbénulások balesetek szempontjából döntő, hogy milyen mértékben kerül a szív a testen áthaladó áramok útjába. A számos lehetőség közül legveszedelmesebbek azok az esetek, amikor a balesetet szenvedett személy két kézzel érinti egyidejűleg a hálózat két különböző polaritású vezetőjét, vagy ha az áram láb és kéz, vagy hát és mell között halad át a testen (2.1 ábra).

Az áram behatás szempontjából fontos az egészségi, valamint a testi és szellemi állapot, a testalkat is. A betegek, magas vérnyomásúak az áramütésre érzékenyebbek az egészségeseknél. Hasonló körülmények között az áramütés nőkre és gyermekekre sokkal veszélyesebb, min felnőtt férfiakra. Az erősen izzadó személyekre az áramütés fokozottan veszélyes. A fáradt, ideges állapot az emberi testre kedvezőtlen. Az áramütésre való felkészülés (az áramütés lehetőségének tudata) csökkenti a veszélyt (2.1. táblázat Érintésvédelmi rajzjelek).

2.2. Az érintésvédelem megoldási módjai

A villamos készülékek, berendezések a leggyakrabban szerelés és karbantartás mellett is meghibásodhatnak. A szigetelőanyagok elöregedése, a berendezések szakszerűtlen igénybevétele, külső és belső hatások különböző zárlatokhoz, átütésekhez vezethetnek és az üzemszerűen feszültség alatt nem álló szerkezetek feszültség alá kerülhetnek. A zárlatban meghibásodott készülékek, berendezések üzemszerűen feszültségmentes részein feszültség lép fel. A meghibásodott villamos berendezés testének érintésekor az emberi szervezeten áramütést okoz.

A tankönyv a kisfeszültségű, erősáramú berendezések érintésvédelmi kérdéseivel foglalkozik. A szabvány előírása alapján érintésvédelemmel (közvetett érintés elleni védelemmel) kell ellátni – a szabványban felsorolt kivétellel – minden olyan erősáramú villamos szerkezetet, amely erősáramú táplálását (villamos vagy mágneses kapcsolaton át) más villamos szerkezettől kapja.

A 2003 előtt létesített villamos szerkezetekre az MSZ 172 szabványsorozat, a 2003 – tól készülő villamos szerkezetekre az MSZ 2364 szabványsorozat egyes szabványai szerint kell az érintésvédelmet megvalósítani.

Az érintésvédelmi módokat az MSZ 172 és az MSZ 2364 – 410 szabványok tartalmazzák.

Az MSZ 172 szabvány két csoportra osztja az érintésvédelem megoldásait:

- védővezetős érintésvédelmi módokra,
- védővezető nélküli érintésvédelmi módokra.

2.3. Védővezetős érintésvédelmi módok

A védővezetős érintési módok új megnevezése, védelem a táplálás önműködő lekapcsolásával.

A védővezetős érintésvédelmi módok olyan érintésvédelmi megoldások, amelyek működéséhez az érintésvédelemmel ellátott villamos szerkezetek testét közvetlenül földelt vezetővel kötik össze.

Az összekötés eredménye a védővezetővel ellátott érintésvédelemnél, hogy létre jön egy áramkör, amely testzárlatkor záródik és a kialakuló zárlati áram hatására a védelem működésbe lép, az áramkört megszakítja.

A jól működő védővezető érintésvédelemnek önműködően és gyorsan kell kikapcsolni minden olyan testzárlatot, amely a megengedett U_L -nél nagyobb érintési feszültséget okozna.

Az érintési feszültség tartósan megengedett (U_L) határértéke 100 Hz-nél nem nagyobb frekvenciájú szinuszos váltakozó áram esetén 50 V, egyenfeszültség esetén 120 V.

Egyes különleges veszélyes helyzetre vagy berendezésekre kisebb értéket is megadhatnak.

A hordozható vagy üzem közben áthelyezhető fogyasztókészülékeket tápláló végponti áramkörök érintésvédelmi kikapcsolásának késleltetés nélkül (általában 0,2 s alatt) kell működnie.

Minden egyéb (pl. csak rögzített fogyasztókészülékek, egyéb villamos szerkezetek érintésvédelmi kikapcsolását végző) érintésvédelmi kikapcsolószerv működését legfeljebb 5 s időtartamra szabad késleltetni.

Amikor az érintésvédelmi kikapcsolást olvadóbiztosító vagy kismegszakító végzi, a kikapcsolási kioldást előidéző áramot (kioldóáram) a következő egyenlettel lehet meghatározni.

$$I_a = I_n \cdot \alpha,$$

ahol

I_a = az előírt gyorsaságú kikapcsolást előidéző áram, A,

I_n = az olvadóbiztosító, vagy a kismegszakító névleges árama, A,

α = kioldási tényező, értékét az MSZ 172 szabvány előírás határozza meg.

Az α kioldási tényező értékét a 2.3. táblázat tartalmazza.

2.3. táblázat

Az α kioldási tényező értékei (az MSZ 172 szabvány szerint)

Az olvadóbiztosító vagy kismegszakító típusa (kismegszakítók esetén nem a fozokozatszámra, hanem az I_n névleges áramra vonatkozik)	Hordozható vagy üzem közben áthelyezhető készülékek	Áramszolgáltató berendezések	Egyéb berendezések és készülékek
NOR (NOSI, NOGe) olvadóbetét	–	2	2
Gyors kioldadású olvadóbetét	–	2,5	3
Késleltetett kioldadású olvadóbetét	–	3	4
Motorvédő jellegű kismegszakító	10	–	4
Minden egyéb kismegszakító	5	–	

Az új szabvány (MSZ 2364) a kioldási időket adja meg, a kioldási szorzó (α) értékét nem. A hazai gyakorlatban az α szorzó használata elfogadott gyakorlat marad, amelynek értékeit a 2.4. táblázat tartalmazza.

2.4 táblázat

Az MSZ 2364–410, az MSZ EN 60269 és az MSZ EN 60898 szabványok figyelembe vételével javasolt kioldadási (lekapcsolási) tényező értékek

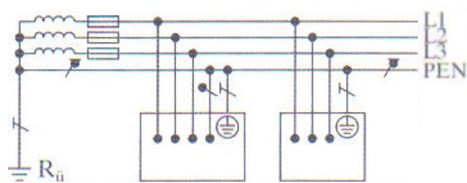
Az alkalmazott kioldószer típusa	Az olvadó biztosító névleges vagy jellemző árama I_n	Kioldási szorzó értékei		
		Áramszolgáltatási berendezések	Épületek általános célú rögzített elosztóberendezései	Hordozható vagy üzemkőzben áthelyezhető készülékek
	<i>Lekapcsolási idő</i>	<i>a)</i>	≤ 5 s	230V > 0,4 s
Gyors és késleltetett működésű olvadóbetétek gG/gL, gM	≤ 25 A	4	4	6
	≥ 32 A	4	5	7
Különlegesen gyors működésű olvadóbetétek gR Régebbi típusok NOR, NOSi, NOGe		2	2,5	6
Kismegszakítók b) B jelleggörbőjű	–	–	5	5
C jelleggörbőjű	–	–	5	10
D jelleggörbőjű	–	–	5	20

A két betű együtt a biztosítóbetét jellemzőiről ad tájékoztatást:

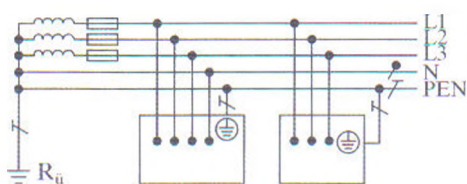
- „gG” jelöli a teljes tartományú megszakító képességgel rendelkező, általános alkalmazásra szolgáló biztosítóbetéteket;
- „gM” jelöli a teljes tartományú megszakító képességgel rendelkező, motoráramkörök védelmére szolgáló biztosítóbetéteket;
- „aM” jelöli a rész – tartományú megszakító képességgel rendelkező, motoráramkörök védelmére szolgáló biztosítóbetéteket;
- „gD” jelöli a teljes tartományú megszakító képességgel rendelkező, késleltetett biztosítóbetéteket;
- „gN” jelöli a teljes tartományú megszakító képességgel rendelkező, nem késleltetett biztosítóbetéteket;

Nullázásos érintésvédelem megoldásai (TN-rendszerek)

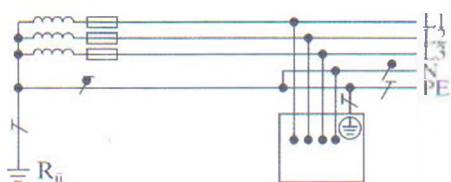
A nullázás védővezetőt igénylő érintésvédelmi mód. A nullázás elve, hogy a hálózati betáplálásnak a közvetlenül földelt vezetőjét (rendszerint a háromfázisú rendszer munkavezetője) hozzákötik az érintésvédelmet igénylő villamos szerkezet testjéhez. A kelet-



TN-C hálózat



TN-S hálózat



TN-C-S hálózat

2.3.1. ábra. TN rendszerű hálózatok

A TN rendszerben nullázott érintésvédelmi kikapcsolásra

- a túláramvédelmet vagy
- az áram- védőkapcsolást

szabad használni. PEN vezetős szakaszokban (nullavezető és a védővezető egyesítve van) az érintésvédelem kikapcsolására csak túláramvédelmet szabad alkalmazni.

A nullázáskor létrejövő áramkör azaz hurok, amelynek impedanciáját előírja a szabvány a következő elemekből áll:

- a védett készüléket tápláló fázisvezető,
- a transzformátor tekercse,
- nullavezető, amely a transzformátornál közvetlenül földelve van, a másik végén pedig a védett testhez van kötve. (Ezt már nullázó vezetéknek hívjuk.)

Az így létrejövő teljes kör impedanciája a hurokimpedancia, amit a gyakorlatban hurokellenállásnak szoktunk nevezni. A nullázást, illetve a nullázási hurok áramkörét a 2.3.2. ábra mutatja be.

A kikapcsolószerv kioldó áramát következő összefüggés szerinti követelmények alapján kell megválasztani

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o,$$

kező testzárlat fázis – nulla zárlatot jelent, ami zárlatvédelmi kioldást okoz. A szabványelőírások a nullázásos érintésvédelem három kiviteli formáját különböztetik meg:

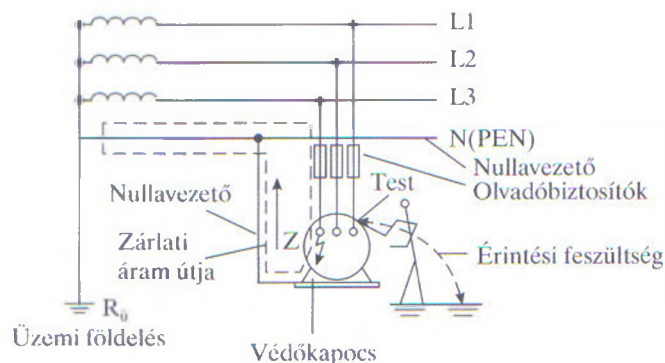
TN-C (a T betű azt jelenti, hogy a nullavezető a táppontban földelt, a hátsó N betű, hogy a védett test a nullavezetőhöz van fémesen kötve, a kötőjellel csatlakozó C – common -, hogy az üzemi áramot vezető nulla- és a védővezető végig közös – PEN-vezető (2.3.1. ábra).

TN-S (az S – separated – azt jelenti, hogy az üzemi áramot vezető – N-nel jelölt – nullavezető és a – PE-vel jelölt – védővezető már a tápponttól kezdve végig külön vezet),

TN-C-S hálózatokban a tápponttól közös PEN-vezető indul, de ez valahol kettéválik külön nullaüzemi vezetőre és nullázóvezetőre.

Hazánkban mindhárom változatot lehet használni, gyakorlatilag a TN-C-S változatot alkalmazzák, ezért a kötőjel utáni betűket nem szokták feltüntetni (TN).

TN- rendszerű az a hálózat, amelyeket TN rendszerűnek nyilvánítottak.



2.3.2. ábra. Nullázásos érintésvédelem

ahol

Z_s – a hurokimpedancia a feltételezett hibahelyig. A hurokimpedancia értékét számítjuk tervezéskor. Meglévő berendezésnél ezt az értéket mérjük, Ω ;

I_a – az érintésvédelmi kikapcsolást végző kioldó szervnek a kioldóárama, az áram-védőkapcsoló névleges kioldó árama, A;

U_o – a névleges feszültség a földelt védővezető és az áramkör többi vezetője közötti feszültség V (a fázisfeszültség gyakorlatilag 230V), ami testzárlat esetén a testzárlati áramot létrehozza.

A nullázás az egyik legmegbízhatóbb érintésvédelem. Gyorsan működik, működése szelektív (a túláramvédelem mindig csak a hibás berendezést kapcsolja le) gyakorlatilag bármely teljesítményű berendezés védelmére alkalmas, nem szükséges hozzá költséges bizonytalan ellenállás-értékű földelés. Határozott értékekből kiindulva lehet a védelmet méretezni. A védelem hátránya, hogy csak teljes értékű, hibátlan hálózaton biztosít védelmet. A nullázás legfőbb veszélye abban áll, hogy a nullavezető feszültség alá kerülhet, ezáltal más, nem hibás berendezések is feszültség alá kerülhetnek.

A nullázás elkészítésénél különös gonddal kell eljárni. A fázisvezető szerelésével azonos gondossággal kell elkészíteni és szerelni a nullavezetőt.

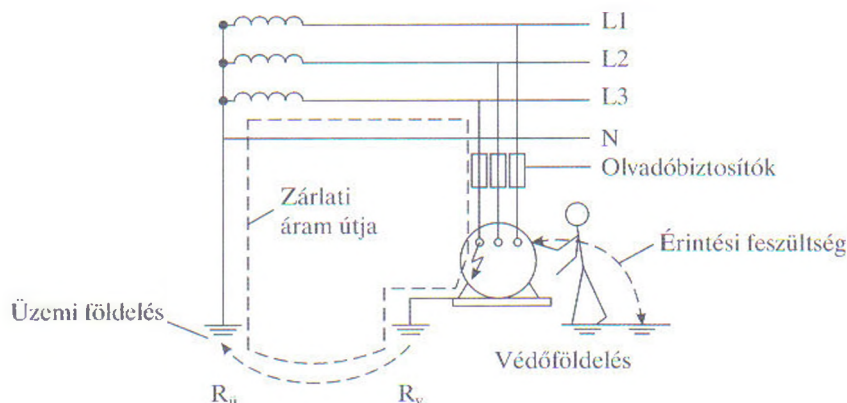
Hazánkban jellemző érintésvédelmi megoldás a nullázás. (A Magyar Villamos Művek 1965-ben kezdte el a nullázásra való áttérést és fokozatosan alkalmassá tette erre a kiefeszültségű hálózatot. Fokozatosan kiépítette a védővezetéseket a fogyasztók csatlakozásáig [a fogyasztásmérőig]. A fogyasztónak ettől a ponttól kell a saját védővezetőjét kiépíteni a védendő berendezésig. Az 1980-as évig az ország kiefeszültségű hálózatának túlnyomó része nullázásra alkalmas, amely közel 3 millió fogyasztó hatásos, korszerű érintésvédelmét biztosítja.)

Védőföldeléses érintésvédelem (TT rendszerek)

A védőföldelés lehet

- közvetlenül földelt rendszerekben (TT-rendszer),
- földetlen és közvetlen földelt rendszerekben (IT-rendszer).

Az épületvillamossági területen döntően közvetlenül földelt rendszerek fordulnak elő tankönyvünkben a közvetlenül földelt rendszerben alkalmazott érintésvédelemmel foglalkozunk.



2.3.3. ábra. Földeléses érintésvédelem

A védőföldeléses, közvetlenül földelt rendszerben (TT) érintésvédelemnél a kisértésszerű villamos hálózatnak a kiindulási helyen közvetlenül földelt pontja van, a tápláló transzformátor csillagpontja le van földelve.

Védővezetős érintésvédelem alkalmazásakor a védendő villamos szerkezet (motor, fűtőtest stb.) testét védővezetővel összekötjük, amely földelőhöz kapcsolódik (2.3.3. ábra).

A védendő villamos szerkezet valamelyik fázisában zárlat (testzárlat) keletkezésekor a zárlati áramkör keletkezik. A zárlati áram a védővezetőn és földelőn keresztül a földbe, a földön keresztül az áramforrás csillagpontjához jut.

Az áramkörbe kialakuló zárlati áram (I_Z) hatására a helyesen megválasztott kioldó szerv (olvadó biztosító, kismegszakító, áram-védőkapcsoló) működésbe lép, az áramkört kellő gyorsasággal megszakítja, a zárlatkor a testen megjelenő túlfeszültséget megszünteti.

A kikapcsolószerv kioldóáramát úgy választjuk meg, hogy teljesítse a következő összefüggés szerinti követelményeket

$$R_A \cdot I_a \leq U_L$$

ahol

R_A = a védett test földelési ellenállása, (Ω)

I_a = az érintésvédelmi kapcsolást végző kioldószervnek a kioldó árama, az áram-védőkapcsoló névleges kioldó árama, (A)

U_L = a tartósan megengedett érintési feszültség értéke, (V)

A TT-rendszerben kikapcsolószervként túláramvédelmet vagy áram-védőkapcsolást szabad alkalmazni.

Ha testzárlat lép fel, akkor a zárlati áram a talajon keresztül záródik az üzemi földelésen keresztül. A zárlatkor fellépő áram nagyságát nagyban befolyásolják a földelések (üzemi földelés és védőföldelés).

A fenti összefüggés alapján megállapíthatjuk, hogy kis földelési ellenállással lehet megvalósítani a célt. A kis ellenállású földelés létesítése nagy anyagi befektetéssel oldható meg. Gazdaságosan csak kis teljesítményű fogyasztók érintésvédelme oldható meg védőföldeléssel.

A földeléses érintésvédelemben a védővezető keresztmetszetének olyannak kell lenni, hogy a kikapcsolási időtartamig bírja el a rajta áthaladó legnagyobb zárlati áramot, legyen ellenálló a várható mechanikai behatásokkal szemben. A vezeték keresztmetszetét a szabvány szerint kell kiválasztani. A védővezető keresztmetszeti értékeit nem kell számítani, 16 mm^2 fázisvezető – keresztmetszetig azonos, a fázisvezető keresztmetszetével, 16 mm^2 felett legalább fele keresztmetszetű (35 mm^2 fázisvezető keresztmetszetéhez 16 mm^2 védővezető tartozik).

Védővezető céljára a következő villamos vezetőket szabad alkalmazni:

- az áramkörü vezetők céljára felhasznált többerű-vezetékek, ill. kábelek vezetőit,
- az áramkörü vezetőkkel közös burkolatban (pl. védőcsőben, vezetékcsatornában) lévő szigetelt vezetőket,
- különálló csupasz vagy szigetelt vezetőket,
- kábelek fémköpenyeit és más fém szerkezeteit (pl. árnyékolás, páncélozás),
- villamos vezetékek fém védőcsöveit vagy más fém burkolatait,
- villamos vezetői szempontból megbízható fémszerkezeteket,
- korábban épült épületekben a fém vízvezetéki csöveket, de csak épületen belül.

Egyéb fém csővezetékeket (pl. gáz, központi fűtés, sűrített levegő, technológiai) nem szabad védővezető céljára felhasználni.

A védővezetőnek kellő mechanikai szilárdságúnak kell lenni, a zárlati áram hatására a megengedett mértékig szabad csak melegeudnie.

A védővezető jelölése

A védővezetőt teljes hosszában meg kell jelölni a felcserélés elkerülése miatt. Szigetelt vezető esetén a szigetelésnek zöld/sárga színűnek vagy vörös színűnek kell lenni. Ha a védővezető nem szigetelt vezető, akkor végig fekete jelző festékekkel kell befesteni. A nullázó hálózaton az érintésvédelmi célra szolgáló és üzemi áramot is vezető szigetelt vezetőket kék színnel kell jelölni.

Földelés az érintésvédelemhez földelés céljára a következő földelőket szabad alkalmazni:

- rúd- vagy csőföldelők (függőleges földelők),
- szalag- vagy huzalföldelők (vízszintes földelők),
- lemezföldelők (függőlegesen a földbe ásva),
- földbeásott vörösréz sodronyok,
- a talajjal közvetlenül érintkező vasbeton szerkezetek,
- vízvezetékek fémcsovei,
- más a talajjal közvetlenül érintkező, földbe süllyesztett, alkalmas fémszerkezetek.

A vízvezetéki csőhálózatot csak abban az esetben szabad földelésként alkalmazni, ha az épület fala és a vízmérőóra közötti kielégíti az önmagában is számottevő földelés követelményeit. Ha a vízvezetéki csőhálózatot földelésként felhasználták, akkor a vízmérőórát legalább 16 mm^2 keresztmetszetű réz-, vagy 50 mm^2 keresztmetszetű vasvezetével villamos szempontból át kell hidalni minden olyan esetben, amikor a vízmérőórához közvetlenül csatlakozó mindkét csomópont fémről készült csőszakasz.

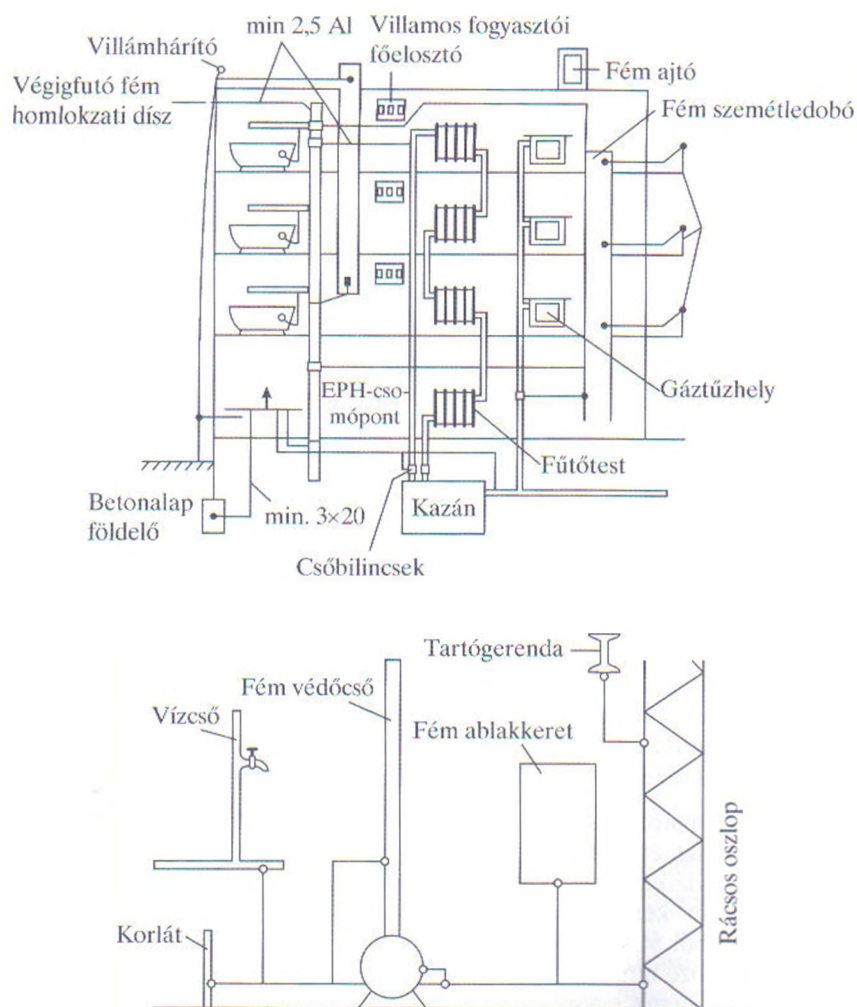
A földelőt vagy annak egy részét a talaj fagyhatár alatti rétegébe kell lemélyíteni. Amennyiben a földelő csak egy része van fagyhatár alatti mélységben, a földelő méretezésekor csak a fagyhatár alatti részt szabad figyelembe venni.

Egyenpotenciálra hozás (EPH)

Egyenpotenciálra hozás a testek és más vezető anyagú (nem villamos) szerkezetek egymással azonos, vagy közel azonos potenciálra hozására való vezetői összekötés.

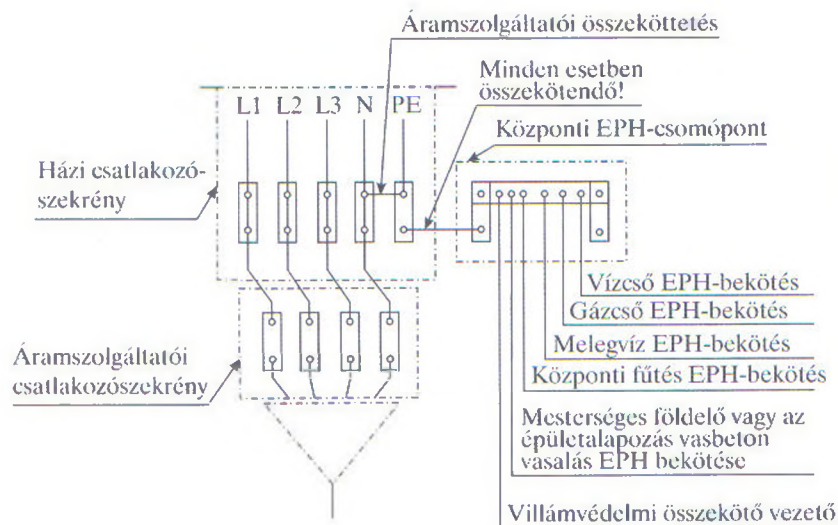
EPH hálózatot kell kialakítani minden olyan épületben, amelyben védővezetős érintésvédelmet alkalmaznak, ha benne helyhez kötött villamos szerkezetek testével egyidejűleg érinthető, kiterjedt fémszerkezet van. Az EPH hálózathoz központi EPH csomópontot kell kialakítani.

A központi EPH csomópontot az épület főelosztó berendezésével azonos helyiségben, ha ilyen nincsen, akkor a méretlen fővezeték első kötésével azonos helyiségben kell elhelyezni.



2.3.4. ábra. Egyenpotenciálra hozás (EPH-hálózat)

a) EPH-hálózat kialakítása lakóházban; b) EPH-hálózat ipari környezetben



2.3.5. ábra. Az érintésvédelmi csomópont kialakítása

Minden olyan helyen, ahol EPH-hálózatot kell kiépíteni EPH csomópontot kell kialakítani. A központi EPH-csomóponthoz – földelővezetőn keresztül – közvetlenül kell bekötni:

- a betonalap-földelést,
- az EPH céljára létesített mesterséges földeléseket,
- az önállóan is számottevő földelt házi fémhálózatokat,
- az épület villámhárító berendezésének legközelebbi földelését, a központi földelőkapocs (-sín) összekötő vezetőjét.

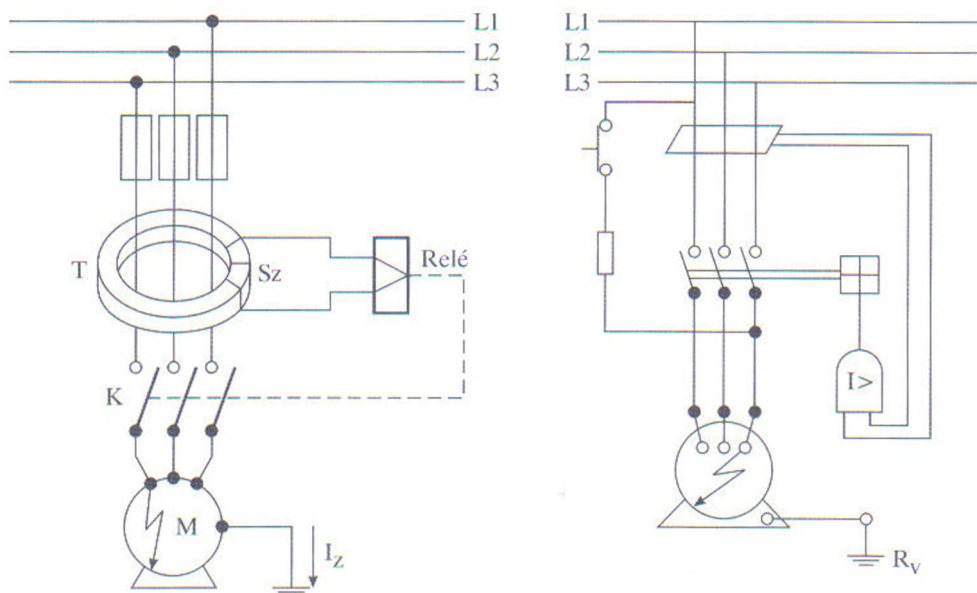
Az EPH-hálózat kialakítása esetén a hálózatba be kell kötni minden olyan fémszerkezetet (gépet, épületszerkezetet stb.) amely az alábbi feltételek valamelyikét kielégíti:

- függőleges kiterjedése az adott helyen lévő épületrész egy teljes szintmagasságánál nagyobb,
- vízszintes kiterjedése 5 m-nél nagyobb,
- az épületet elhagyó vagy ide csatlakozó fémcsővezeték től nincs villamosan elszigetelve,
- fémből készült fürdőkád vagy legalább 500 l űrtartalmú, helyhez kötött fémtartály.

Áram-védőkapcsolás

Az áram-védőkapcsolás a legmodernebb és leghatásosabb módja az érintésvédelmi ki-
kapcsolásnak. Korábban ezt külön érintésvédelmi módnak tekintették, jelenleg nem az!
Az áram-védőkapcsoló (amit a német katalógusok alapján az áram-védőkapcsolást hi-
baáram-kapcsolónak, FI-kapcsolónak, néha az IEC angol kifejezés alapján RCD-nek,
[residual current device], neveznek) A vezetékes érintésvédelem a nullázás a védőföldel-
és kikapcsolószerve.

Az áram-védőkapcsolással védett testet szabályszerűen nullázni vagy védőföldelni kell,
a méretezést is a nullázás vagy védőföldelés előírásainak megfelelően kell elvégezni.



2.3.6. ábra. Áram-védőkapcsolás kialakítása

Az áram-védőkapcsoló előírászerűen csak szinuszos váltakozó áram hatására működik. A védett készülék táplálására szolgáló vezetékeket különleges (összegző) áramváltó vasmagján keresztül vezetjük át. Az áram-védőkapcsolás azon az elven működik, hogy ép szigetelésű áramkörben a belépő és kilépő áram értéke megegyezik. Testzárlat esetén az áram mellékutat talál, megbomlik az egyensúly. A hiba esetén fellépő hibaáramot készülék működtetésére lehet felhasználni. Testzárlat esetén a földzárlati áram a vasmagban a testzárlati árammal arányos fluxust hoz létre. Ennek hatására az áramváltó szekunder tekercsében a hibaárammal arányos áram folyik, amely alkalmas védőrelé vagy védőkapcsoló működtetésére. A lekapcsolásnak 0,2 másodpercen belül kell megtörténni.

A kapcsolónak két névleges áramerőssége van. Az I_n -el jelölt áram az, amit a kapcsoló korlátlan ideig vezetni képes. A másikat ΔI_n -el jelölünk, ez a különbözeti áram (hibaáram). Ha a kapcsoló S jellel van ellátva, akkor kondenzátoros késleltetés van beépítve, így az ilyen kapcsoló ugyanarra a hibaáramra valamivel később kapcsol ki, mint a nála kisebb I értékű. Ilyen késleltetést – természetesen – csak a 30 mA-nél kevésbé érzékeny (100, 250, 300, 1000 mA-es) kapcsolókba építenek be.

Az áram-védőkapcsolás alkalmazásának alapszabályai:

- Háromfázisú áramkörben csak háromfázisú kapcsoló alkalmazható (három egyfázisú nem).
- Az üzemi áramot vezető nullavezető (N-vezető) mindig át kell vezetni a kapcsolón, s utána már nem szabad leföldelni (a nullavezető kapcsoló utáni földzárata kioldhatja a kapcsolót!).
- A védővezetőt soha nem szabad a kapcsolón átvezetni (ennek átvezetése megbénítja a kapcsolót).

- Szabadtéri vagy nedves helyen lévő villamos szerkezetek használaton kívül úgy be-nedvesedhetnek, hogy a szivárgó áramuk meghaladja a 15 mA-t s ilyenkor a kapcsolót nem lehet bekapcsolni. Ilyen helyre célszerűbb 100 vagy 200 mA-es kapcsolót választani.

A védőkapcsolás a testzártas készüléket a veszélyes érintési feszültség elérése előtt a hálózatról késleltetés nélkül lekapcsolja. Működése független a védett készülék teljesítményétől és a túláramvédelem (olvadó biztosító) beállításától, mert a lekapcsolás a védett készüléken megjelenő veszélyes feszültség hatására következik be.

Ellenőrzéskor ügyelni kell arra, hogy a védett berendezés testére a földhöz képest feszültség ne kerüljön. E védőkapcsolás alkalmazása esetén is a védőkapcsolónak, illetve védőrelének és a megszakítóknak az érintésvédelméről külön kell gondoskodni.

Az áram-védőkapcsolás szelektív, ezért széles körben alkalmazzák védelmi kikapcsolószervként. Alkalmazási lehetősége független a hálózat rendszerétől és a védendő gép teljesítményétől. Alkalmazásánál azonban figyelembe kell venni, hogy a védelem működőképességét – a feszültség-védőkapcsoláshoz hasonlóan – időszakonként ellenőrizni kell. Elhelyezésénél pedig ügyelni kell arra, hogy az egész védőkapcsolást nedvességtől, hő- és mechanikai hatástól védeni kell.

- Minden kapcsolón van egy próbagomb, amelyet megnyomva a kapcsolódó kikapcsol. Ezt előírászerűen legalább havonta egyszer meg kell nyomni. Ezt nemcsak a működőképesség-ellenőrzés indokolja, hanem az is, hogy hosszú állásban (különösen nedves helyen) az érintkezők oxidálódnak, s a kapcsoló érzékenysége romlik. Ha a próbagomb hatására nem kapcsol ki, akkor néhány kézi be- és kikapcsolással „be kell jártni”, ez alatt az öntisztító érintkezők újra megtisztulnak. Vigyázat! A próbagomb csak a kapcsoló működőképességét vizsgálja, a védővezető épségét nem!
- A kapcsoló villám hatására jogosan kikapcsolhat, ezért felügyelet alatt nem álló helyen (pl. hátfégi házban) tanácsos a mélyhűtőt a védőkapcsoló előttről leágasztatni! Az áram-védőkapcsolás érzékenységet úgy kell megválasztani, hogy a szokásos üzemi szivárgóáramok ne okozhassanak kikapcsolást.

Az áram-védőkapcsolás szokásos érzékenysége:

daruk esetén	300 mA
építőipari gépek esetén	100 mA
lakások esetén	30 mA

Az áram-védőkapcsolás megszakítószervének leválasztókapcsolónak kell lenni, egy-fázisú áramkörben kétsarkú, háromfázisú áramkörben legalább háromsarkú kapcsolónak.

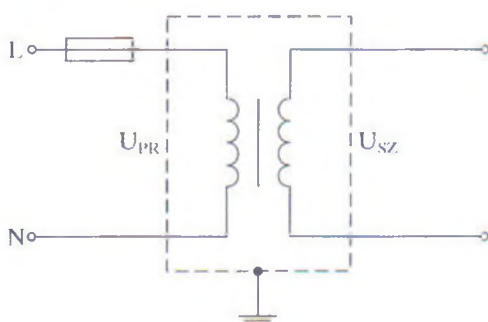
2.4. Védővezető nélküli érintésvédelmi módok

Módozatai:

- Az érintésvédelmi törpefeszültség,
- A villamos szerkezet elszigetelése,
- A környezet elszigetelése,
- Földeletlen egyenpotenciálra hozás,
- Védőelválasztás,
- Korlátozott zárlati teljesítményű áramkör alkalmazása.

Érintésvédelmi törpefeszültség alkalmazása

Az érintésvédelmi törpefeszültség alkalmazása azáltal védi a kezelőjét, hogy a berendezésre olyan feszültséget kapcsolunk, amely az emberi szervezetre veszélytelen áramot tud kialakítani (2.4.1. ábra).



2.4.1. ábra. Törpefeszültség előállítása

Érintésvédelmi törpefeszültség lényege, hogy $U_L = 50$ Volt váltakozó (50 Hz) feszültségű, vagy 120 V-os egyenfeszültségnél nagyobb feszültség nem kerülhet az üzemi szigeteléssel ellátott villamos szerkezetek aktív (üzemszerűen áramot vezető) részeire.

Különleges esetekben ennél alacsonyabb feszültséget írnak elő, ha e szerkezeteknek nincs biztonságos üzemi szigetelése (pl. gyermekjátékok, elektrolízis) akkor e feszültségnek csak a fele megengedett.

Fontos követelmény, hogy a törpefeszültségű rendszerekbe máshonnan se kerülhessen (pl. átütés, zárlat következtében) ennél nagyobb feszültség, ezért vezetőkeiket biztonságosan el kell választani a nagyobb feszültségűekétől, s a táplálást is biztonságosan (pl. biztonsági transzformátorok alkalmazásával) kell megoldani.

A biztonsági transzformátorokat fel lehet ismerni az adattáblán lévő jelölésekről (2.4.2. ábra).

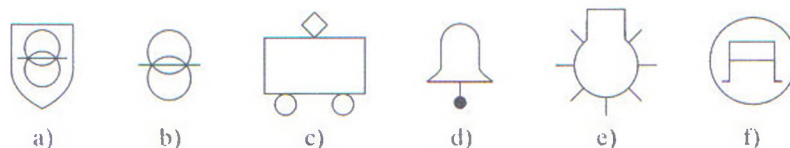
A törpefeszültség védő hatásának lényege, hogy az ilyen hálózat feszültsége kisebb a megengedett érintési feszültségnél, ezért érintése sem átütéskor, sem fázisérintéskor az emberre nem veszélyes. Törpefeszültség a földhöz képest váltakozó feszültségnél 50 V-nál, egyenfeszültségnél 120 V-nál nem nagyobb feszültség. A törpefeszültség üzemi feszültsége sem a földhöz képest, sem a vezetők között 50 V-nál nem nagyobb.

A hordozható érintésvédelmi transzformátor csak kettős szigetelésű lehet, tehát ezt földelni tilos!

A törpefeszültségű hálózat a nagyobb feszültségű hálózatokról teljesen elkülönítve, vezetőkeit külön csőben vezetve kell szerelni. A törpefeszültségű oldal biztosítóit, kapcsolóit tilos a nagyobb feszültségű hálózat elosztótábláján közösen szerelni!

A törpefeszültségű transzformátor saját érintésvédelméről gondoskodni kell.

A törpefeszültségű hálózat kiterjedése kicsi legyen.



2.4.2. ábra. Elválasztó és biztonsági elválasztó áramforrások (transzformátorok) jelölései

a) törpefeszültségű biztonsági elválasztó transzformátor, b) elválasztó (nem törpefeszültségű) transzformátor, c) játéktanszformátor, d) csengőtranszformátor, e) kézilámpa transzformátor, f) biztonsági (elektronikus) tápegység

A gyárilag előállított kettősszigetelésű, megerősített szigetelésű gyártmányokat II. érintésvédelmi osztályú készüléknek nevezik.

A törpefeszültség lényegében a védelem mindenfajta áramütés ellen fogalomkörbe tartozik.

Az MSZ 2364–410:1999 szabvány az előző szabványok által megfogalmazottakat (MSZ 172–1, MSZ 1600–1) együtt tárgyalja, azonban a műszak követelmények nem változtak.

Mindkét védelem (a közvetlen és közvetett) követelményeit kielégíti az érintésvédelmi törpefeszültség alkalmazása, (mind a földetlen SELV, mind a földelt PELV), feltéve, hogy az aktív részek 500 V vizsgálati feszültségű szigeteléssel vannak ellátva. Vagy védőszerkezet akadályozza meg az aktív részek emberi ujjal való megérintését. Csúasz és védőszerkezet nélküli kivitelben csak akkor elégítik ki ezeket, a követelményeket, ha a névleges feszültségük váltakozó feszültség esetén a 25 V-ot, egyenfeszültség esetén a 60 V-ot nem haladja meg.

Földelt rendszer (PELV) esetén azonban ennek további feltételei is vannak, nevezetesen az, hogy ezek földelése, a velük egyidejűen érinthető testek és idegen fémszerkezetek ugyanahhoz a földelési rendszerhez csatlakozzanak. Száraznak nem minősülő helyeken a szigetetlen PELV névleges feszültsége váltakozó feszültség esetén a 6 V-ot, egyenfeszültség esetén a 15 V-ot nem haladhatja meg.

A különböző feszültségű és áramnemű áramkörök csatlakozó dugóit és dugaszolóaljzatait úgy kell kialakítani, hogy azokat ne lehessen egymáshoz csatlakoztatni.

Ezt a követelményt általában úgy oldják meg, hogy más és más kialakítású (pl. tájolókkal ellátott) szerkezeteket alakítanak ki az egyes gyártók (lásd pl. LEGRAND katalógus).

A SELV és a PELV áramköröket is egymástól elválasztva kell kezelni. A SELV áramkörök fogyasztóberendezéseinek testét sem szabad szándékosan földelni, más berendezések testével vagy idegen vezetőképes részekkel összekötni. A szükségszerű összekötés (pl. egy kisfeszültséggel táplált esztergán lévő géplámpa és az eszterga teste között) akkor megengedett, ha ezeken nem léphet fel a törpefeszültség határánál nagyobb értékű feszültség.

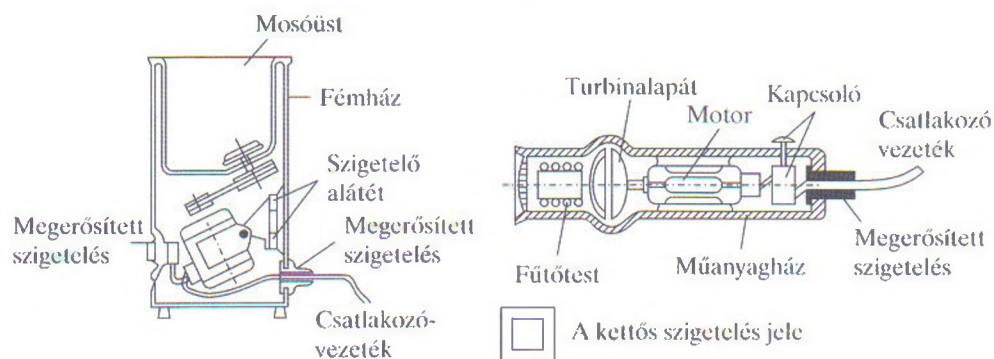
A PELV áramkörök fogyasztóinak testére nincs ilyen előírás.

Az üzemi törpefeszültségű (FELV) áramkörök táplálására nem vonatkoznak az érintésvédelmi törpefeszültség táplálására előírt követelmények. Azonban az ezekről ellátott villamos szerkezetek közvetlen és közvetett érintés elleni védelmét gyakorlatilag ugyanúgy kell megoldani, mint ha kisfeszültségűek lennének.

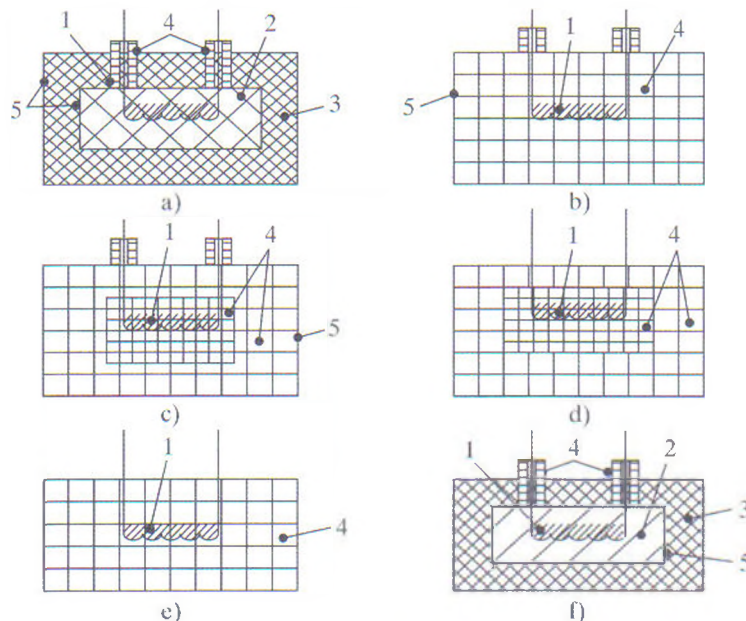
A villamos szerkezet elszigetelése

Védelem II. év. osztályú villamos szerkezet használatával vagy egyenértékű elszigeteléssel (2.4.3. és 2.4.4. ábra).

A villamos szerkezetek elszigetelése a villamos szerkezetek érintésvédelmének olyan megoldása, amely e szerkezetek testzárlat következtében feszültség alá kerülő villamosan vezető részeit elszigeteli az ember által érinthető részeitől.



2.4.3. ábra. Kettős szigetelés alkalmazása



2.4.4. ábra. II. év. osztályú készülék szigetelésének fajtái
a), b) és c) fémburkolatú, d), e) és f) szigetelőburkolatú készülék,
1 – működési (funkcionális, 2 – alap (üzemi) szigetelés, 3 – kiegészítő (védő) szigetelés, 4 – megerősített szigetelés, 5 – fémrész.

A villamos szerkezet elszigetelése érintésvédelmi mód megvalósítására több megoldás létezik, de mindegyik közös jellemzője, hogy két szigetelő réteget tartalmaznak. Az üzemszerűen vezető részek elszigetelését (egymástól és szerkezeti részekről) alapszigetelésnek (üzemi szigetelés), a villamos szerkezet testét a környezettől elválasztó szigetelést kiegészítő-szigetelésnek nevezik. Ennél az érintésvédelmi módnál sem a külső (érinthető), sem a közbenső fémrészeket nem szabad védővezetőhöz kötni.

A környezet elszigetelése

Védelem a környezet elszigetelésével.

A környezet elszigetelése (2.4.5. ábra) a villamos szerkezetek érintésvédelmének olyan megoldása, amely villamos szerkezet testét érintő személyeket elszigeteli a környezetben lévő földpotenciálú, nem szigetelő részekről. Ennek az érintésvédelmi módnak az alkalmazási helyén védővezetőt nem szabad alkalmazni.



2.4.5. ábra. A környezet elszigetelésének módjai

A környezet elszigetelése az érintésvédelemnek olyan megoldása mely

- a készüléknek a kezelőtől való elszigeteléssel, vagy
- a kezelőnek a földtől való elszigetelésével valósítható meg.

A készüléknek a kezelőtől való elszigetelése megfelelő vastagságú és szigetelőanyaggal történő borítással vagy szigetelő anyagú tokozással, vagy pedig szigetelő közbetétek alkalmazásával (a készülék teste és a külső fémburkolat között) valósítható meg. A padló és az egyidejűleg érinthető falak szigetelési ellenállása legalább 50 k Ω -nak kell lenni.

Mindkét megoldással az kívánjuk elérni, hogy az alkalmazott szigetelés ellenállása sorba kapcsolódjon az emberi test ellenállásával, így a nagyobb ellenállású áramkörben a testen keresztül nem folyhat veszélyes áramerősség.

Földeletlen egyenpotenciálra hozás

Védelem földeletlen helyi egyenpotenciálú összekötéssel.

A földeletlen egyenpotenciálra hozás a villamos szerkezetek érintésvédelmének olyan megoldása, amelynél minden egyidejűleg érinthető testet és egyéb vezetőanyagú fém-szerkezetet egymással egyenpotenciálra hozó vezetővel villamosan össze kell kötni. A vezetőanyagú testek egyenpotenciálra kerülnek a testeket érintő személyek földpotenciált nem érithetnek. Ez az érintésvédelmi mód csak kivételesen olyan szigorúan körülhatárolt területen (pl. szerelőkosár, villamos javítóműhely) lehet előnyös, ahol üzemszerűen feszültség alatt álló részek közvetlen érintésével kell számolni.

Az egyenpotenciálra hozó vezetőknek sem közvetlenül, sem összekötött testeken vagy más vezetőanyagú szerkezeteken keresztül nem szabad földelni.

Védőelválasztás

Védelem villamos elválasztással.

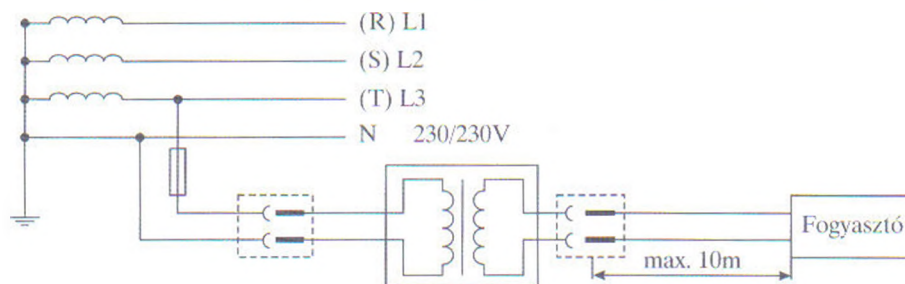
A védőelválasztás (2.4.6. ábra) lényege, hogy egyetlen villamos szerkezet táplálására szolgál. A használt kisfeszültségű táphálózatot a földtől tökéletesen elszigeteljük, ezáltal nem alakulhat ki testzárlat bekövetkezésekor zárt áramkör

A védőelválasztásnál a berendezést tápláló áramforrások lehetnek:

- biztonsági transzformátor, biztonsági tápegység,
- olyan átalakító (motor-generátor gépcsoport), amelynek a tápláló hálózattól való elszigetelése legalább a biztonsági transzformátor primer és szekunder tekercse közötti szigeteléssel egyenértékű,
- a villamos hálózattól teljesen független áramforrás.

Az alkalmazott hajlékony csatlakozó-vezeték teljes hosszában szemmel ellenőrizhetően kell elhelyezni, a várható környezeti igénybevételnek ellenálló tömlővezeték legyen. A védőelválasztott áramkör vezetékeit általában a többi áramkörtól elkülönítve kell vezetni. A táplált fogyasztó-berendezés testét nem szabad szándékosan leföldelni, védővezetővel vagy nullavezetővel összekötni.

A védőelválasztott áramkör max. feszültségének értéke 500 V. A védőelválasztott áramkörökről csak egyetlen fogyasztókészüléket szabad táplálni.



2.4.6. ábra. Elválasztó transzformátor

Korlátozott zárlati teljesítményű áramkör alkalmazása

Korlátozott zárlati teljesítményű áramkör alkalmazásánál az áramkörbe iktatott soros biztonsági impedancia (védőimpedancia) van elhelyezve. Az impedancia olyan kis érték-re korlátozza az áramkör kimenő zárlati teljesítményét, hogy áramerőssége az emberre veszélytelennek tekinthető.

A gyengeáramú (információátviteli) berendezéseknél az áramkörben a feszültség értékét gyakran nem könnyű megállapítani. Nagy a belső ellenállásuk, még rövidzárlat esetén is csak milliampere nagyságrendű áramok lépnek fel.

A gyengeáramú szabványok megkülönböztetik a „villamos áramütés-veszélyes” részeket a többitől. Azokat a gyengeáramú (információátviteli) berendezéseket, amelyeket a

gyengeáramú szabványok „nem áramütés-veszélyesnek” minősítenek, az erősáramú érintésvédelem szempontjából – minden különös vizsgálat nélkül – törpefeszültséggel egyenértékűnek tekintjük, s így az erre kapcsolt berendezések érintésvédelmét a korlátozott teljesítményű áramkör alkalmazása elnevezéssel megoldottnak nyilvánítjuk.

Érintésvédelmi osztályok

Az érintésvédelmi osztály (röviden: év. osztály) a villamos gyártmánynak az a besorolása, amely jelzi, hogy a gyártmány milyen érintésvédelmi módhoz való csatlakoztatásra készült (MSZ 171). Az érintésvédelmi osztályok számai nem rangsorolják a gyártmányokat, kizárólag az érintésvédelem megvalósításának módjára utalnak.

- 0. év. osztályba tartozik az a gyártmány, amelyben az áramütés elleni védelem az alapszigetelésen alapul, ez magában foglalja azt, hogy a gyártmány testén nincs olyan szerkezet, melyhez védővezető csatlakoztatható lenne. Az üzemi szigetelés meghibásodása esetén a védelem a környezetre hárul.
- I. év. osztályba tartozik az a gyártmány, az áramütés elleni védelem nem csak az alapszigetelésen alapul, hanem járulékos biztonsági óvintézkedést is alkalmaznak. A járulékos intézkedés az, hogy a gyártmány teste el van látva olyan szerkezettel, amelyhez a villamos hálózat védővezetője csatlakoztatható. A villamosvezető részek még az üzemi (alap) szigetelés meghibásodása esetén sem kerülhetnek tartósan veszélyes feszültség alá.
- II. év. osztályba tartozik az a gyártmány, amelyben az áramütés elleni védelem nem csak az alapszigetelésen alapul, hanem járulékos biztonsági óvintézkedésként a gyártmányt kettős- vagy megerősített szigeteléssel látták el. A gyártmány nincs el látva a védővezető csatlakoztatására szolgáló szerkezettel, így a védelem független a villamos hálózattal.
- III. év. osztályba tartozik az a gyártmány, amelyben az áramütés elleni védelem érintésvédelmi törpefeszültségen alapul. A III. év. osztályt további három részre osztják, amelyet A, B és C betűvel jelölnek. A betűjelölések különböző feszültségeket jelentenek:
 - III. A év. osztály maximális feszültség $\sim 50 \text{ V}$, $= 120 \text{ V}$.

2.5 táblázat

A villamos gyártmányok érintésvédelmi osztályai

Érintésvédelmi osztály	A gyártmány alapvető jellemzői	Biztonsági óvintézkedések
0.	Nincs a védővezető csatlakoztatására való szerkezet	Földpotenciáltól mentes környezet
I.	A védővezető csatlakoztatására való szerkezettel el van látva	Csatlakozás a védővezetőhöz
II.	Védőszigetelés, és nincs a védővezető csatlakoztatására való szerkezet	Nem szükséges
III.	Érintésvédelmi törpefeszültségű táplálásra tervezve	Csatlakoztatás érintésvédelmi törpefeszültségre

- III. B év. osztály maximális feszültség $\sim 25 \text{ V}$, $= 60 \text{ V}$.
- III. C év. osztály maximális feszültség $\sim 12 \text{ V}$, $= 30 \text{ V}$.

A villamos gyártmányok érintésvédelmi osztályait a 2.5. táblázat foglalja egybe.

Különleges előírások

A közvetett érintés elleni védelmet (érintésvédelmet) szabadon lehet megválasztani, de van néhány szerkezet fajta, amelyeknél a szabvány meghatározza milyen érintésvédelmi módot kell alkalmazni.

A villamos kéziszerszámok érintésvédelmére – az alábbi kivételekkel – a védővezető nélküli érintésvédelmi módok valamelyikét kell alkalmazni.

Kivételek

Az olyan szigetelt nyelű villamos kéziszerszámoknál, amelyek villamos hőkészüléknek tekinthetők (pl. forrasztópáka, vasaló) szabad a TN- és TT-rendszert is alkalmazni érintésvédelem céljára.

Az előző bekezdés alá nem tartozó kéziszerszámok érintésvédelmére a TN-, ill. a TT-rendszert kizárólag csak akkor szabad alkalmazni, ha a kikapcsoló szerv késleltetés nélkül működő áram-védőkapcsoló.

Ha a villamos kéziszerszámmal kazánokban, fémtartályokban, fém csővezetékek között vagy nagykiterjedésű fémszerkezeten dolgoznak úgy a dolgozó teste (akár közvetlenül, akár ruhán keresztül) nagy felületen érintkezik a környezet fém felületeivel (pl. azon ül, térdel, vagy teljes hátával nekidől), akkor a kéziszerszám érintésvédelmére kizárólag a következő megoldások valamelyikét szabad alkalmazni:

- törpefeszültség alkalmazása, azaz III. érintésvédelmi-osztályú kéziszerszámot,
- II. érintésvédelmi osztályú kéziszerszám esetén védőelválasztást,
- érintésvédelmi osztályú készülék esetén védőelválasztást vagy védővezetős érintésvédelmi mód esetén a kéziszerszám testét helyi egyenpotenciálú összeköttetésen keresztül össze kell kötni a környező fémszerkezettel (kazánnal, tartállyal, csővezetékekkel stb.). 25 V-os érintésvédelmi törpefeszültséget kell alkalmazni gyermekjátékoknál, amelyeket felnőtt felügyelete nélkül használnak, a fodrászati és kozmetikai és gyógyászati berendezéseknél.

2.5. Az érintésvédelem ellenőrzése

Az érintésvédelemnek akkor kell „működésbe lépni”, amikor a védett berendezés test-zárlatos lesz. A berendezés hibátlan állapotában a berendezés kezelője nem érzékeli, hogy van-e érintésvédelem és az szükség esetén képes-e a feladatot ellátni. Ezért az érintésvédelmet ellenőrizni kell! A berendezés létesítésekor, üzemszerűen használatba vétel előtt önellenőrzéssel (ennek elvégzése az üzemeltető kötelessége), hatósági ellenőrzéssel (hatóságok végzik).

Az érintésvédelem önellenőrzési vizsgálatai kétfélek:

- szerelői ellenőrzés és
- szabványossági felülvizsgálat.

Szerelői ellenőrzést kell végrehajtani a villamos berendezés (és az érintésvédelem) létesítése, bővítése, átalakítása és javítása után a szerelés befejező műveleteként. Ez a szemmel való tüzetes átnézésen kívül a védővezetős érintésvédelmi módoknál a védővezető folytonosságának próbálampás vizsgálatából, az érintésvédelmet kikapcsoló kapcsoló működőképességének ellenőrzéséből, a szigetelésen alapuló érintésvédelmi módoknál a szigetelési ellenállás méréséből áll. Ezt az ellenőrzés minden villamos szakember köteles elvégezni az általa szerelt üzemeltetett berendezésen.

Szerelői ellenőrzést kommunális és lakóépületek berendezésén hat évenként, kéziszerszámokon és hordozható biztonsági transzformátorokon évenként, áram-védőkapcsolókon havonta, a munkahelyek egyéb villamos berendezésein a vállalati Munkavédelmi Szabályzat által előírt időközönként, kell végrehajtani.

A szerelői ellenőrzés befejezésekor írásban kell rögzíteni a következőket:

- milyen berendezésekre terjedt ki az ellenőrzés,
- ki végezte,
- milyen alkalomból került sor a vizsgálatra,
- mikor végezték a vizsgálatot,
- a vizsgálat alapján értékelni kell, hogy a berendezés megfelelő-e, vagy javításra.

Amennyiben a szerelői ellenőrzés más munka keretében készült, akkor külön rögzíteni nem szükséges.

Erősáramú villamos berendezések első felülvizsgálata

Az erősáramú villamos berendezések általában – eltekintve az egészen kis, új berendezésektől vagy lényegtelen mértékű átalakítástól, bővítéstől – műszaki tervek alapján készülnek.

Az erősáramú villamos berendezés első, ún. „szabványossági” felülvizsgálatának elvégzésére minden olyan erősáramú villamos szakképzettséggel rendelkező személy jogosult, akit a szakképzettsége kivitelezésre feljogosít.

Az érintésvédelem első felülvizsgálata

Az érintésvédelem létesítésére és ellenőrzésére telje körben rendelkező és ma is érvényes szabvány (MSZ 172-1) az érintésvédelem ellenőrzéséről és felülvizsgálatáról – mind az első. Mind az időszakos ellenőrzés és felülvizsgálat vonatkozásában – részletesen intézkedik.

Az érintésvédelem vizsgálatánál kétféle mélységű vizsgálatot különböztet meg a szabvány: a „szerelői ellenőrzést” (amely csupán a durva hibák felismerésére szolgál, mérési eredmények nélkül) és a „szabványossági felülvizsgálatot”. Ez utóbbi minden a szabvány előírásaitól való eltérést kimutat, mindig számszerű mérést, szakszerű – külön szakképzettséget igénylő – elbírálást is tartalmaz, amely minősítő irat kiállításával végződik.

A szerelői ellenőrzést, a villanszerelést végző szakmunkás végzi.

Szabványossági felülvizsgálattal tisztázható csak teljes körűen, hogy egy berendezés védelme szabványos-e. A szabvány az egyes érintésvédelmi módokra konkrét számértéket ír elő. Ennek ellenőrzése (pl. földelési ellenállás, hurok ellenállás, érintési feszültség), annak jogszabályban előírt dokumentálás az érintésvédelmi szabványossági felül-

vizsgálat, amelyet csak olyan személyek végezhetnek, akiknek erre jogosító vizsgájuk van.

Szabványossági felülvizsgálatra van szükség:

- új villamos berendezés létesítésekor, annak üzemszerű használatba vétele előtt,
- minden olyan mértékű bővítéskor, vagy átalakításkor, amelyknél a jellemző számértékek legalább 10%-ban megváltozhatnak (p. túláramvédelem beállítási értéke, a védővezető hosszának jelentős változása),
- minden érintésvédelmi hiba vagy hiányosság észlelése után, amely a szerelői ellenőrzéssel nem volt megszüntethető,
- jogszabályban előírt időközönként (függetlenül attól, hogy hibát észleltek-e) munkahelyeken legalább 3 évenként, létesítményeknél legalább hat évenként meg kell ismételni. Az ellenőrzés részletes előírásait az MSZ 172/1–4 szabvány tartalmazza.
- az érintésvédelmi vizsgálati módszereket az MSZ 4851/1–4 szabványsorozat tartalmazza.

Az érintésvédelmi vizsgálati módszerekről szabványelőírások a következők:

- általános szabályok és a védővezető állapotának vizsgálata,
- a földelési ellenállás és a fajlagos talajellenállás mérése,
- védővezetős érintési módok mérési módszerei

Az érintésvédelmi szabványossági felülvizsgálatot az adott munkahely, gazdálkodó munkavédelmi szabályzatában előírt időközönként.

A szabványossági felülvizsgálatot olyan szakember végezheti, aki villamos végzettsége mellett erre a feladatra jogosító állami sikeres szakképesítő vizsgát tett és arról bizonyítványt kapott.

A részletes vizsgálat menetét, módszereit szabvány írja elő.

A vizsgálatok műszaki követelményeit szabványok írták elő, azonban a jelenlegi szabályozás szerint a szabványok nem csak önmaguknál fogva nem kötelezőek, de jogszabályokkal sem tehetők kötelezővé, a vizsgálatok kötelezettségét és gyakoriságát jogszabályokban kell rögzíteni. Így az eddigi szabványokban rögzített időszakok helyett rendelet szabályozza azokat.

A tűzvédelmi ellenőrzés gyakoriságát eddig is az OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat) írta elő, ebben tehát nincs változás. A tűzvédelmi ellenőrzés részleteit szabályozó MSZ 10900, valamint az MSZ 274 villámvédelmi szabványsorozat előírásait (tehát nem a szabvány betartását, hanem annak részletes előírásait) most a 2/2002 BM rendelet melléklete vette át. Így ezek az előírások (de elvben nem maga a szabvány) továbbra is (most már rendelettel életbeléptetett szabályzat alapján) kötelezőek. Ezt követően tehát nem a szabványra, hanem a rendeletre kell hivatkozni.

Az érintésvédelmi szabványossági felülvizsgálat eredményét minősítő iratba foglalják.

A minősítő irat a hiányosságokat három kategóriába adja meg:

- közvetlen életveszélyt jelentő hibák. A hiba észlelésekor a berendezést a hálózatról azonnal le kell választani. Visszakapcsolni csak a javítás után szabad,
- súlyos hibák. A súlyos hibákat sürgősen ki kell javítani,
- szabványellenes hiányosságok. A szabványellenes hibákat a következő felülvizsgálatig ki kell javítani.

A hibák kijavítása az üzemeltető kötelessége.

Példák:

Védőföldelés-számítás.

- a) 2000-ben létesített berendezés védőföldelésének ellenállását méri erősáramú V-A mérő módszerrel. Az árammérő műszer (A mérő) $I_m = 8$ A-t, a feszültségmérő (V mérő) $U_m = 44$ V-t mutat. A védett egyfázisú berendezés a közcélú kisfeszültségű hálózatra IP, 6 A, U paraméterekkel rendelkező kismegszakítón keresztül csatlakozik.

($\alpha = 10$)

Megoldás:

A mérési eredmények alapján az ellenállás értéke:

$$R_m = \frac{U_m}{I_m} = \frac{44}{8} = 5,5 \, \Omega$$

A szükséges földelési ellenállás értéke:

$$R_A \leq \frac{U_L}{\alpha \cdot I_B} = \frac{50}{10 \cdot 6} = 0,833 \, \Omega$$

Mivel $R_m > R_A$ a berendezés érintésvédelme nem megfelelő!

- b) Kisfeszültségű, IT rendszerű, váltakozó áramú hálózatról üzemelő háromfázisú villamos berendezés földelési ellenállása $R_m = 4,4 \, \Omega$. A berendezés kismegszakítójának névleges árama $I_n = 6$ A. Mekkora az érintésvédelmi szempontból megengedett legnagyobb zárlati áram?

Megoldás:

$$I_d \leq \frac{U_L}{R_m} = \frac{50}{4,4} = 11,36$$

- c) Védőföldeléses (TT) rendszerű berendezés áram-védőkapcsolójának névleges kioldó árama $I_{\Delta n} = 300$ mA. A gép előtti olvadóbiztosító névleges árama 16 A, késleltetett kioldású (lomha). A földelési ellenállás mérésekor mekkora értéket (R) fogadhat el a fogyasztói berendezés előírtas érintésvédelmének biztosításához?

A földelési ellenállás számítása TT rendszerben:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

Az érintési feszültség $U = 50$ V

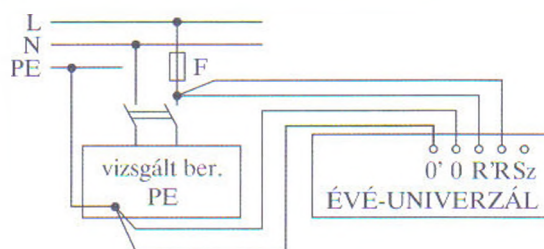
Az áram $I_{\Delta n} = 0,3$ A,

Behelyettesítve:

$$R_A \leq \frac{50}{0,3} = 166,67 \, \Omega$$

d) TN rendszerű hálózatban a fogyasztó védelmét „nullázással” oldják meg. A nullázás hurokellenállását méréssel állapítják meg. A hurokellenállás mérésének egyik módja ÉV Univerzál célműszerrel való mérés. A mérés kapcsolása és a műszer bekötése a következő:

A vizsgált berendezést leválasztjuk a hálózatról, majd a berendezés fémtestére kötjük a PE vezetőt, miután a fogyasztó előtt a PEN vezető szétválasztása után. A PE vezető bekötési pontjához csatlakoztatjuk a célműszer egyes 0' és 0 kivezetéseitől külön-külön vezetett mérővezetéseket (2.5.1. ábra).



2.5.1. ábra. Hurokellenállás mérés célműszerrel

Ellenőrző kérdések

1. Mit nevezünk érintésvédelemnek?
2. Mi az érintésvédelem célja?
3. Milyen létesítmények villamos berendezéseire vonatkozik az Érintésvédelmi Rendszabály?
4. Melyek a védővezetőt nem igénylő érintésvédelmi módok?
5. Melyek a védővezetőes érintésvédelmi módok?
6. Mit értünk érintési feszültség alatt?
7. Melyek a védőföldeléses érintésvédelem testzárlati áramkör részei közvetlenül földelt hálózat esetén?
8. Mitől függ a kioldadási szorzó értéke a megengedett védőföldelés, ill. a hurokellenállás számításánál?
9. Védőföldeléssel vagy nullázással lehet-e nagyobb teljesítményű fogyasztó érintésvédelmét megoldani, és miért?
10. Mi a nullázás?
11. Mit értünk a nullázási hurokellenállás alatt?
12. Mi az egyenpotenciálra hozás? (EPH)
13. Mit érzékel az áramvédő kapcsoló?
14. Mely vezetőket kell az áramvédő kapcsoló összegező áramváltójának „ablakán” átvezetni?
15. Milyen keresztmetszetű védővezetőket alkalmazunk és milyen azok szabályos színjelölése?
16. Melyek az érintésvédelmi ellenőrzési módok?
17. Milyen villamos biztonságtechnikai vizsgálatok és mérések szükségesek?

3.

Gyengeáramú berendezések és hálózataik

A gyengeáramú berendezések a lakóépületek, a kereskedelmi és szolgáltató üzletek, központok, valamint a gyártó üzemek fontos berendezéseit foglalják magukba.

Gyengeáramú berendezésnek nevezzük mindazon villamos jellegű rendszert, amely az emberek egymás közötti adatátvitelét szolgálja. Az adatközlés, más néven információ átvitel, lehetséges fény-, hang- és képátvitel útján.

Az információátvitel lehet csak az egyik irányba haladó, vagy mindkét irányba haladó. A gyengeáramú megjelölés azonban nem mindig a feszültség szintjére utal. A gyengeáramú berendezés lehetséges nagyfeszültség mellett is – több ezer volt, pl. televízió – vagy néhány volt feszültségű. A gyengeáramú és az erősáramú berendezéseket egymástól, jól szigetelten illetve jól megkülönböztethetően kell szerelni.

3.1. Gyengeáramú berendezések csoportosítása, gyengeáramú berendezések rajzjelei

Régebben a villanyszerelők lényegében csak az erősáramú berendezések valamint hagyományosan csengők és a csengőrendszerekhez hasonló berendezések szerelésével foglalkoztak (pl. szobai hívók: szállodában, kórházakban).

Ma a villanyszerelőnek elő kell készítenie az épületek belső és külső villamos berendezéseinek hálózatát.

A gyengeáramú berendezések és hálózataik lehetnek:

- hangjelzők;
- képtovábbítók (pl. televízió), információ átvitel (számítógép hálózatok);
- telefon;
- tűzjelző, védelmi berendezések, vagyon biztonság;
- behatolás jelzők.

Összefoglalóan azonban, épületfigyelő és automatizált rendszerekről beszélhetünk melyeknek összefoglaló elnevezése az EIB, Európai Installációs Busz rendszer. Ez az Európa szerte elismert, elterjedt és szabványosított rendszer lehetővé teszi a megnövekedett komfort igények kielégítését.

3.1. táblázat

A gyengeáramú berendezések jellemző rajzjelei (MSZ IEC 617:1993)

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Vezeték általában		Jelfogótekercs	
Energia vagy jel iránya		Antennák	
Csatlakozó vezeték		Diódák	
Nem csatlakozó vezeték		LED	
Hajlékony vezeték		Fotodióda	
Árnyékolt vezetõ		Tranzisztorok	
Védõvezetõ		Tirisztorok	
Vezérlő-, jelző-, mérővezeték		Galvánelem vagy akkumulátor	
Telefonvezeték		Egyenáram	
Földelés		Váltakozó áram	
Test		Impulzusok	
Ellenállás		Tekercsek	
Kondenzátor		Csengő	
Érintkezők (záró, bontó, váltó)		Elektroakusztikai átalakítók, mikrofon	
		hallgató,	
		hangszóró	

3.2. Hangjelző készülékek

Hangjelzőknek nevezzük mindazon készülékeket, amelyek az emberi fül számára hallható frekvencia tartományban, hanghatást végeznek.

Hangjelzők (csengő, zümmögő) működési elve

A csengők többsége törpefeszültséggel működik, az áram mágneses hatását használja a szerkezet mozgó részének működtetésére. Ezek a csengők a hálózatról, biztonsági (csengő) transzformátorról vagy egyéb feszültségforrásról, pl. akkumulátorról működnek (3.2.1. ábra). Vannak azonban kisfeszültségről működő csengők (230 V), vagy egyéb hangot adó szerkezetek is, pl. gong.



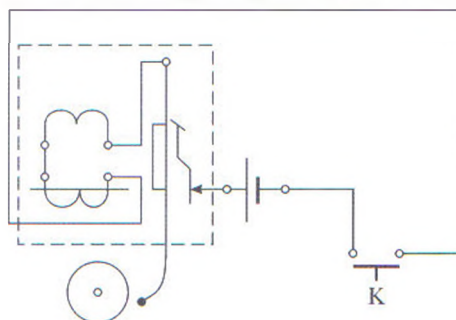
3.2.1. ábra. Biztonsági csengő transzformátor

A csengők többsége megszakítási elven működő, melynek lényege, hogy a zárt áramkörben folyó áram a tekercsben mágneses erőteret hoz létre. A mágneses erőteret magához vonzza a mozgó fegyverzetet (kalapács), miközben az áramkört megszakítja. Ezután a mágneses erőteret megszünt, a fegyverzet visszatér eredeti helyzetébe és zárja az áramkört. Miután az áramkör újból záródott, a mágneses erőteret ismét magához húzza a mozgó részt. Mozgása közben a kalapács, ráüt a kolompra és így hangot ad (3.2.2. ábra).

A csengő mindaddig működik, amíg az áramkör zárt. A zárást többnyire csengőnyomókön keresztül zárjuk, melynek elengedése után az áramkör megszakad.

A csengők több működési megoldásuk lehetnek:

- együtésű;
- megszakítási;
- mellékház;
- folyton szóló;
- membrán- vagy bányacsengő stb.



3.2.2. ábra. Megszakítási csengő

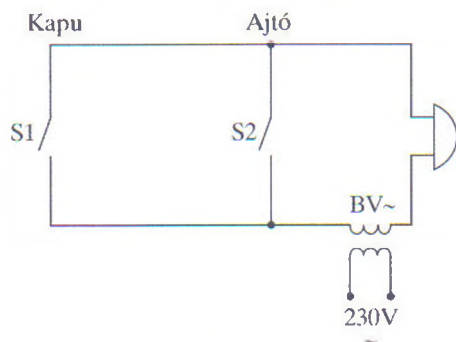
Az egyéb hanghatást adó készülékek a zümmögők, berregők, gongok stb. A zümmögők, berregők kis hangerősségű, zümmögő, berregő hangot adó szerkezetek. Működési elvük az elektromágnességen alapszik.

Hangjelző alapkapsolások

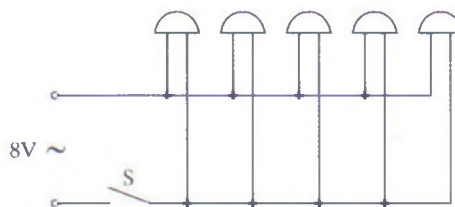
A hangjelzők lakások, irodák, egyéb épületek vagy területek bejárataitól az épület belsőjébe szóló jelzést adnak. A jelzéseket visszafelé is megetheti az érintett személy, ennek megfelelően a jelzőberendezésnek oda-vissza jellegűnek kell lennie.

A hangjelző áramkörök alapvetően, tápegységből, jelzőszerkezetből, kapcsolóból (nyomógomb) valamint vezetékből állnak (3.2.3. ábra).

A csengőket egyszerre, több helyről működtethetjük, valamint több helyre is adhatunk jelzést. Ekkor a berendezés kapcsoló illetve jelző egységeit párhuzamosan kell kötni (3.2.4. ábra). A párhuzamos kapcsolást indokolhatja a több külső bejárati hely vagy a több helységbe szóló jelzés igénye is.



3.2.3. ábra. Csengő áramkör alapkapsolás



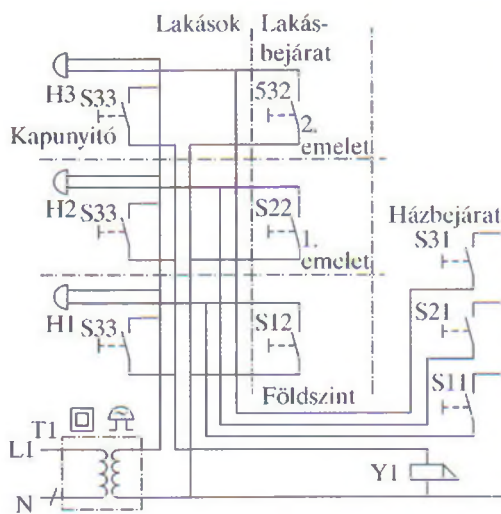
3.2.4. ábra. Párhuzamos csengő kapcsolás

A csengető berendezések olyan igényeket is kielégíthetnek, hogy az épületben különálló egységekbe, külön szóljanak a jelzők. Ilyen kapcsolást mutat a 3.2.5. ábra.

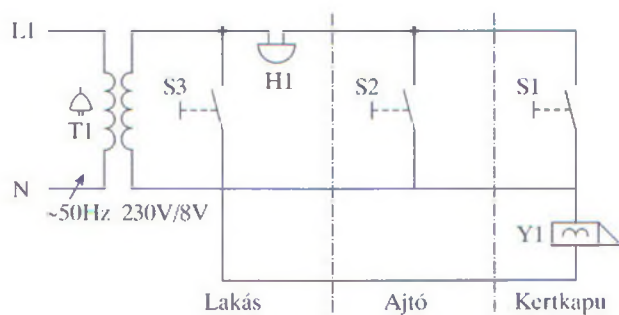
Amennyiben a csengető berendezés a visszajelzést is szolgálja, akkor az egyik megoldás a háromvezetékes rendszer. Ebben a rendszerben a jelző berendezést egy pontról tápláljuk, két helyről nyomógommbal és két csengővel (3.2.6. ábra).

A jelzőberendezések feladata lehet a csengetés után, elektromos ajtózárat is működtetni. A jelzést fogadó személy, miután meggyőződött arról, hogy beengedi-e a csengetőt, a visszajelzéskor a mágneszár áramkörét is zárja (3.2.7. ábra).

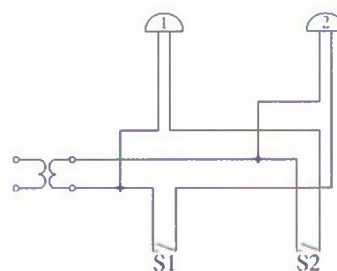
Felcsengető berendezések kapcsolásai (3.2.8. ábra).



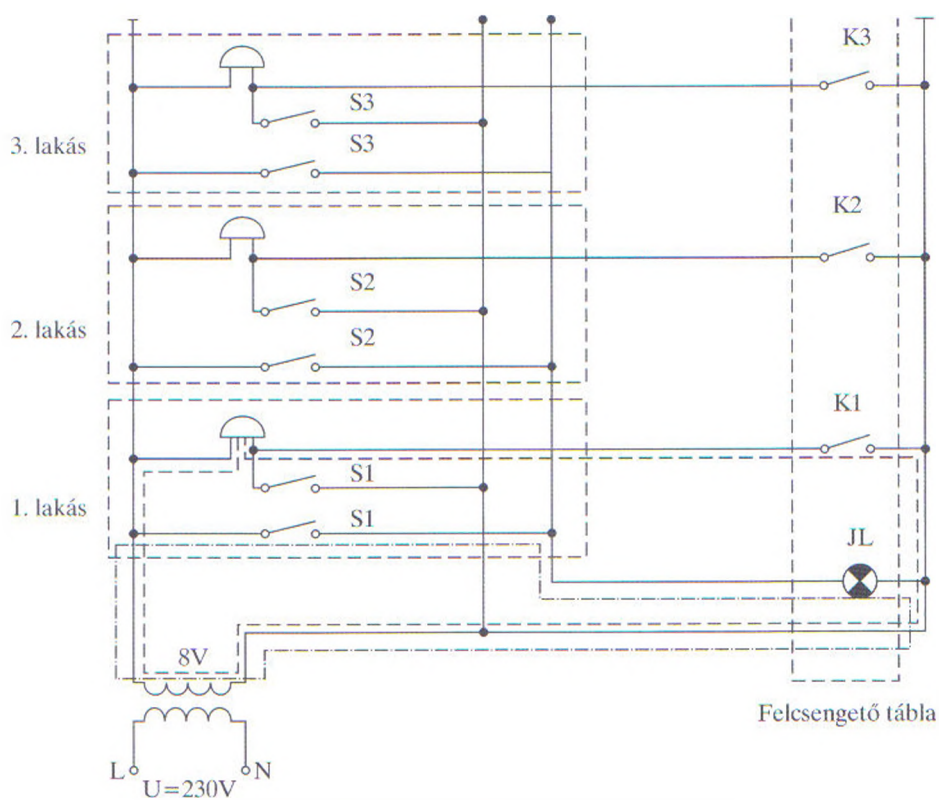
3.2.5. ábra. Több csengő és több nyomó külön-külön működtetése



3.2.7. ábra. Csengő és ajtózár kapcsolása



3.2.6. ábra. Oda-vissza jelzőberendezés kapcsolása, három vezetővel



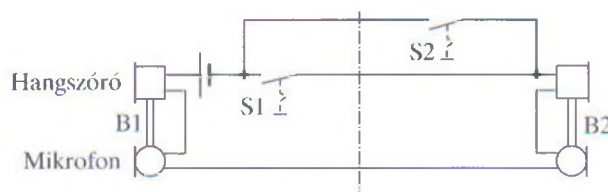
3.2.8. ábra. Felcsengető berendezés kapcsolása

Házi telefon, kaputelefon működési elve, hálózatának kapcsolási rajza

Nagyobb lakásokban, többszintes lakásokban indokolt lehet a házi telefonok használata. Többszintes családi házban az egyik szintről a másikra vagy a házból a kertbe, garázsba telefonálhat az egyik személy a másiknak vagy vissza.

A telefonok hálózatának kiépítésekor azonban közutakat, járdákat, más tulajdonát képező területeket csak az illetékes hatóság illetve a másik tulajdonos engedélyével szabad igénybe venni.

A házi telefonokat táplálhatjuk a hálózatról, megfelelő biztonsági feszültségforrásról vagy akkumulátorról. Kétirányú közlési kapcsolást mutat a 3.2.9. ábra.



3.2.9. ábra. Kétirányú telefonkapcsolás

A kaputelefonok kiszolgálják a családi házak, a többlakásos épületek igényeit. A kaputelefonok hívó és beszédkapcsolatot hoznak létre a külső bejárat és a lakás vagy iroda között. A beszédkapcsolat a kapu részen kis hangszóró és mikrofon segítségével jön létre. A lakásrészben, hasonlóan a kapuhoz, két különálló egység vagy egy telefonkagyló szolgál a beszélgetésre. A beszéd megvalósítható csak oda vagy csak vissza rendszerben. A beszélgetést kezdeményező, a kaputól felcsenget a lakásba, majd a lakásban lévők a jelzést követően a beszélőkészülék-be (telefonkagyló, mikrofon) beszélnek. Ekkor a beszélgetés csak a fogadó felől lehetséges. Majd a fogadó egy kapcsoló (pl. nyomógomb) segítségével átvált olyan kapcsolásba, hogy ezután a kapunál lévő folytathatja a beszélgetést. Ezzel a kapcsolással egyszerre csak az egyik fél beszélhet. Két fogadóállomásos rendszert mutat a 3.2.9. ábra.

A korszerűbb változatok biztosítják, hogy egyszerre mindkét fél folyamatosan beszéljen egymással, hasonlóan a rendes telefonkapcsolathoz. Vannak olyan házi telefonköz-pontok, amelyek segítségével kettőnél több beszélgetőtárs is folytathat beszélgetést (konferencia kapcsolat).

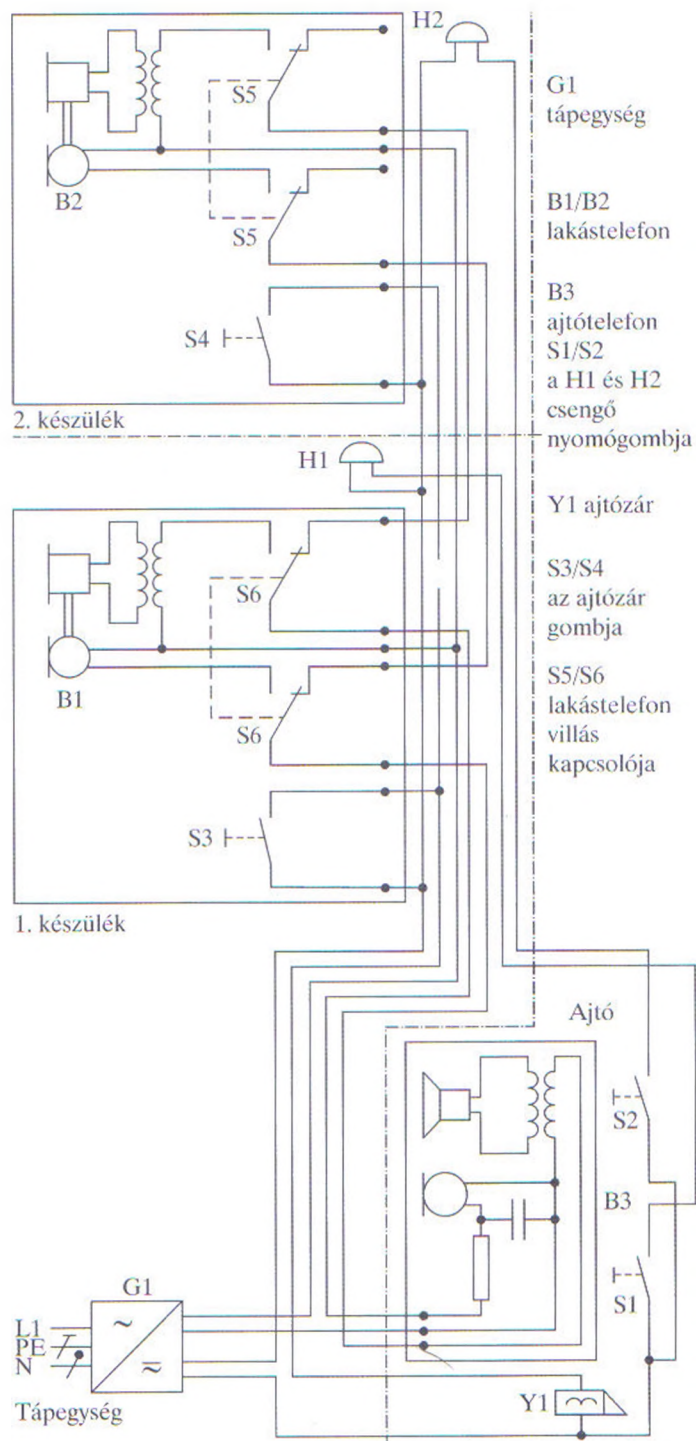
A házi-, illetve a kaputelefon rendszerek többnyire, elektronikai egységek közbeiktatásával működnek. A kiépített vezetékes rendszereken túlmenően a kapcsolat lehetséges rádió összeköttetéssel is.

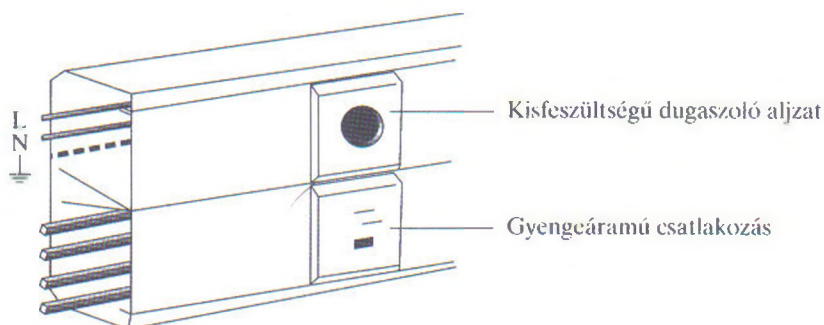
A hangjelző készülékek áramköreinek kialakítását lehetőség szerint, egy időben kell szerelni az egyéb hálózatok kiépítésével. Figyelembe kell venni, hogy az erősáramú és a gyengeáramú berendezések vezetőit, külön-külön csövekben kell vezetni. Köztük a zavarás kiküszöbölése miatt, kellő távolságot kb. 50 mm, kell tartani.

Vezetécsatornában való kiépítéskor a két áramnem, feszültség-, és a más jellegű feladat miatt, ugyan csak be kell tartani az elválasztást, pl. több részre osztott csatorna alkalmazásával (pl. LEGRAND gyártmány) (3.2.11. ábra).

Az épület és a külső kapu között kerten keresztül halad a vezeték, ezért a földbe fektetett vezeték védelméről gondoskodni kell. A vezeték lehet megfelelő mechanikai vé-

3.2.10. ábra. Ajtónyitó, kaputelefon és hívó két lakáshoz





3.2.11. ábra. Vezetékcsatorna alkalmazása

delemmel ellátott, műanyag szigetelésű vezeték. Vezethetjük a földben műanyagból készült merevsöves vagy gégecsöves kivitelben.

Az egyes vezetőszerelések a kisfeszültségű hálózatok szokásos vezetőivel készülhetnek vagy a jelző rendszerek céljára készített kábelszerű vezetékkel.

Miután a hangjelző-, a kaputelefon rendszerek általában kis áramokat vezetnek, ezért az egyes vezetőknek, a kapcsok kötéseinek biztonságosnak kell lenniük. A biztonságos érintkezéseket többféle csatlakozó egységgel, dugaszolással érhetjük el. A vezetőket a csatlakozó dugókba, dugaszoló aljzatokba, egyes esetekben csak speciális csupaszító és szorító szerszámokkal köthetjük be. Az alkalmazott vezeték, lehetnek a szokásos erősáramú szerelésekhez alkalmazottak (pl. M1kV Cu), vagy úgynevezett UTP kábelek.

Ellenőrző kérdések és feladatok

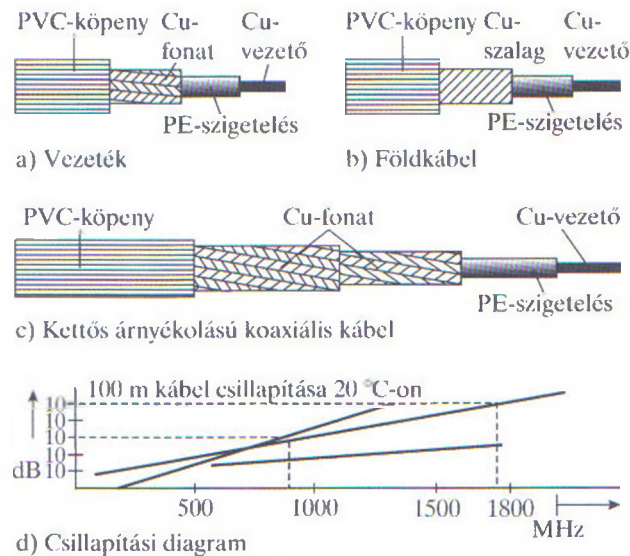
1. Milyen csengőkapcsolásokat ismer?
2. Rajzoljon le egy egyszerű csengőkapcsolást!
3. Rajolja le és ismertesse a háromvezetékes oda-vissza csengőkapcsolást!
4. Milyen áramforrásról szabad működtetni a csengőket?
5. Rajzoljon le egy egyszerű kaputelefon rendszert!
6. Rajolja le a kapucsengő és ajtónyitó rendszert!

3.3. Televíziós antennakábel hálózatának kialakítása

A lakásokban, irodákban, egyéb épületekben használt televízió készülékek antennára csatlakoztatása, igényli a megfelelően kialakított antennahálózatot.

A villanyszerelő feladata részben az antenna hálózat csővezeték vagy vezetékcsatorna rendszer kiépítése. A hálózat alapját a vakolat alatti cső-, vagy falon kívüli vezetékcsatorna képezi. Miután több helységbe is el kell juttatni az antennajeleket, ezért megfelelő csatlakozó dobozokat is el kell helyezni. Esetenként a csőrendszerbe, az előírásoknak megfelelő kivitelű antennakábelt is be kell húzni, továbbá a csatlakozó aljzatokat is fel kell szerelni.

A szerelést, hasonlóan a hangjelző berendezésekéhez, vakolat alatti szereléskor, a kisfeszültségű hálózat kiépítésével együtt kell elvégezni.



3.3.1. ábra. Koaxiális kábel szerkezete

Utólagos vezetékcsatornás kivitelkor figyelembe kell venni, hogy a falban vagy falon kívül ne legyen olyan vezeték, amely zavarhatja a jelátvitelt. A jelátvivő vezetékek, kábelek egy része árnyékolás nélküli, egy része árnyékoló. Az alkalmazott vezetékek többnyire árnyékoló kivitelű ún. koaxiális kábelek. A kábelek szerkezet tömör vagy elemi szálak vezető ér, amelyet többnyire polietilén (PE) szigetelő réteg vesz körül. A PE szigetelő réteg felett egy vagy kétrétegű Cu szövet képez árnyékoló réteget, majd a külső védőréteg általában fehér PVC esetleg a napfény ultraibolya sugárzásnak jobban ellenálló fekete bevonat (3.3.1. ábra).

A televízió antennakábel rendszer lehet hagyományos, földi átvitel, parabola antennáról egyedileg vagy kábelhálózatról csatlakoztatott.

A földi sugárzás és vétel esetében a tetőn vagy hasonló módon elhelyezett antennától csak egy szobába vagy több szobába, helyre is vezethetjük az antennakábelt. Amennyiben több televízió készüléket üzemeltetünk egyszerre ugyanarról az antennáról, erősítő berendezést is kell szerelni. Az erősítő berendezéshez erősáramú táplálást is ki kell építeni. A táplálást az MSZ 2364-nek megfelelően kialakítani.

A parabolaantennáról vett jeleket egy úgynevezett beltéri egységen keresztül vezetjük a vevőkészülékbe. A beltéri egység, többnyire csak egy készüléket lát el jelekkel. Ebben az esetben is előfordulhat, hogy ugyanazt a beltéri egységet használják több helységben is. Ilyenkor úgy kell kiépíteni a vezeték rendszert, hogy több szobába is vezethető legyen az antennakábel, illetve legyen megfelelő csatlakozási lehetőség.

Kábelcsatornához csatlakoztatott épület, illetve lakás vezetékeztését is előre meg kell tervezni és kialakítani, hogy a későbbiek során meglegyen a csatlakozási lehetőség és ne kelljen a lakást feleslegesen megrongálni.

A televízióantenna vezetékeztési rendszert az arra illetékes szakemberrel kell megtervezetni, és egyeztetni a megrendelővel. Sok felesleges munkától kímélhetjük meg ma-

gunkat, ha mind a falba süllyesztett, mind pedig a vezetékcsatornában vezetett munkát tervszerűen végezzük.

A falba szerelt csővezeték kialakításába vonjuk be a kőműveseket, a festőket, az egyéb gépészeti berendezéseket szerelő szakembereket. Különösen fontos, hogy a betonszerkezetek kialakítását megelőzően egyeztessünk az építőkkal, hogy hol alakítsanak ki a csővezetékhez megfelelő csatornákat, átvezetéseket.

A belső festő, mázoló munkák után a villanszerelő feladata lehet a szerelvények felszerelése, ami igen gondos munkát igényel. A szerelvények esztétikai szerepet is betöltenek ezért nem mindegy, hogy mennyire párhuzamosak, mennyire tiszták.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Milyen televízió antenna rendszereket ismer?
2. Milyen vezetéket alkalmaznak az antennákhoz?
3. Milyen szempontok szükségesek az antennavezeték kialakításához?
4. Rajzolja le és ismertesse a koaxiális kábel szerkezetét!

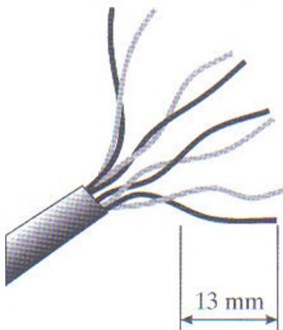
3.4. Távbeszélő-hálózatok kialakítása

A távbeszélő-berendezés lehet analóg és lehet digitális rendszerű. Egyre terjed az üveg-szál vezetőjű vezeték alkalmazása, ami különösen figyelmes vonalvezetést (könyökök, hajlítási ívek, stb.) igényel. A vezetékrendszer kialakításához szükséges a csőhálózat vagy vezetékcsatorna rendszer megépítése.

Csőhálózat kialakításakor az elkészült tervek szerint, vagy a megrendelő tájékoztatása alapján készítsük el a vakolat alatti csővezetést. Az elosztó illetve a csatlakozó szerelvények részére a dobozokat építsük be. A kőműves munkák után az előírt minőségű vezetékeket húzzuk be a csőrendszerbe, készítsük el a szükséges kötéseket, csatlakozásokat.

A távbeszélő-rendszerek általában nem igényelnek különleges kialakítású kábeleket, azonban előnyös a nem árnyékolt, sodrott vezetékpárokkal kialakított (UTP) típusú, kábel alkalmazása. A kábel többnyire négy érpárral rendelkezik, nem árnyékolt kivitelű.

Az egyes érpárok sodrottak és külön-külön színjelöléssel rendelkeznek, ezért könnyű őket azonosítani a végeken (3.4.1. ábra).

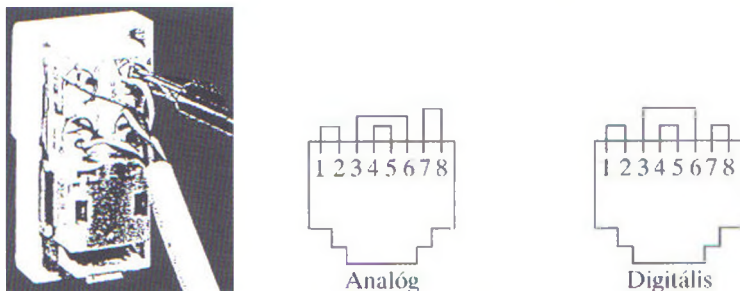


3.4.1. ábra. UTP kábel szerkezete

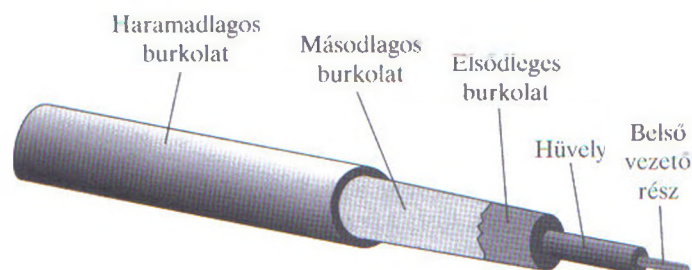
A csatlakozó egységeket dugaszoló aljzatokba és dugókba, a hagyományostól eltérő módon kell csatlakozni a vezetékekkel. A dugaszoló aljzatok és dugók külső megjelenítését valamint a felhasználható érintkező párok, bekötéseit mutatja a 3.4.2. ábra.

A felhasznált vezetékekhez, a szakszerű szerelés érdekében, speciális csupaszoló fogókat, a vezetékek végeire speciális érvég hüvelyeket sajtoló fogókat kell alkalmazni.

A jelátvitelre használt vezetékek között egyre terjed az optikai (üvegszálas) kábel alkalmazása. Az optikai kábel felépítését látjuk a 3.4.3. ábrán.



3.4.2. ábra. UTP kábelek, dugaszolóaljzat és dugó bekötése



3.4.3. ábra. Optikai kábel felépítése

Az optikai kábelek szerelésénél fokozottan kell vigyázni, hogy a szál ne törjön meg. A gyártó cégek megadják az egyes típusoknak megfelelő legkisebb hajlítási sugarat (pl. a névleges átmérő 8x értéke). Az optikai kábelek csatlakoztatása külön szerszámot igényel, a-mivel a kábelt szakszerűen csupaszíthatjuk és a megfelelő érintkezést biztosíthatjuk. A csupaszító és a bekötő szerszámok láthatók a 3.4.4. ábrán.

Az optikai kábelek szerelését viszonylag rövid időtartamú tanfolyamokon lehet elsajátítani.

Az optikai kábelek alkalmazási előnyei a rézkábelekkel szemben:

- nagy sávszélesség,
- kis veszteség,
- elektromágneses zavarérzékenység,
- árnyékolást nem igényel,
- kis helyigényű,
- nagy megbízhatóságú,
- gazdaságos technológia a nagy mennyiségű adatátvitelnél.



3.4.4. ábra. Vezetékvég tisztító és szorító szerszám

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Milyen módon vezethetjük a telefonvezetékét?
2. Mit jelent az UTP kábel és milyen szerkezetű?
3. Milyen telefon átviteli rendszert ismer?
4. Mit jelent az optikai kábel és milyen a szerkezete?
5. Mire kell különösen ügyelni az optikai kábelek hajlításánál?

3.5. Tűzjelző berendezések működési elve és létesítése

A vagyonvédelem és az emberek védelme összefüggésben van a tűzvédelemmel. Az épületek és az azokban dolgozó, tartózkodó emberek valamint a vagyontárgyak a különféle tüzekben megsérülhetnek, elpusztulhatnak.

A tűzvédelem államilag meghatározott, törvények által körvonalazott és azok betartására kötelezett előírásokat tartalmaz.

A tűzvédelemnek meghatározott jogi háttere, országos rendszere van. A helyi tűzoltóság illetékes szakemberei, meghatározott időszakokon belül, ellenőrzik a tűzvédelmi előírások betartását.

Már az építkezési tervekben meghatározzák azokat a feltételeket, amelyeket a létesítmény kivitelezésében be kell tartani. Az épületeket tűzveszélyességi osztályokba sorolják, amelyek alapján azok, és a bent tartózkodó személyek védelméről gondoskodni kell.

A tűzveszélyességnek megfelelő táblával a helységeken jelezni kell a besorolást.

A tűzvédelem részben a tárgyak, berendezések, részben az épületben vagy annak környékén folytatott gyártási folyamatoknak a tűzveszélyessége szerint írja elő a védelmi megoldásokat.

Az elektronikus tűzvédelem elsősorban a tűz fizikai tulajdonságaira épül. Az érzékelők elsősorban a tűz fényét, hőjét, füstjét érzékelik. Ezek a fizikai tulajdonságok egyértelműen érzékelhetők és jelezhetők.

A tűzjelző berendezések központi egységből, tűzjelzőkből és riasztókból állnak. A berendezések kiegészítő egységei tűz esetén, működésbe hoznak olyan szerkezeteket, amelyek a füst eltávolítását vagy tűzvédelmi ajtók nyitását végzik.

A jelző berendezésnek önálló áramkorról kell működnie. Áramkimaradás esetén saját energiaforrásról, akkumulátorról, legalább 72 órán keresztül. Az alkalmazott tápegységnek olyan kapacitással kell rendelkeznie, ami ezután még legalább fél órán át képes működtetni a riasztót.

Az épületek tűzállósági fokozatát, az épületek tűzállósági határértéke határozza meg.

Az egyes építményeket öt tűzállósági fokozatba soroljuk.

Tűzveszélyességi osztályok és jelöléseik, tűzveszélyességi osztályok

- A. Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes (jelzése „A”)
- B. Tűz- és robbanásveszélyes (jelzése „B”)
- C. Tűzveszélyes (jelzése „C”)
- D. Mérsékelt tűzveszélyes (jelzése „D”)
- E. Nem tűzveszélyes (jelzése „E”)

3.2. táblázat

Tűzvédelmi besorolások és jelöléseik

I.	Fokozottan tűzálló	pl. 20 cm vastag vasbeton fal
II.	Közepesen tűzálló	pl. 6 cm vastag téglafal
III.	Mérsékelt tűzálló	pl. polisztirol adalékos betonfal
IV.	Lángálló	pl. lángmentesített, favázás fal
V.	Nem lángálló	pl. lángmentesítés nélküli szerkezet

A tűzjelző berendezések felügyeleti tartományait jelzési tartományokra osztják. Az egyes jelzési tartományok legfeljebb öt szomszédos helyiséget foghatnak össze, maximum 400 m²-es területtel.

A jelzési tartományok érzékelőit, tűzjelzőit közös vezetéken, a jelzővezetéken kötik össze a központi egységgel. Egy jelzővezetékre legfeljebb 30 automatikus tűzjelzőt szabad kapcsolni.

Megkülönböztetünk:

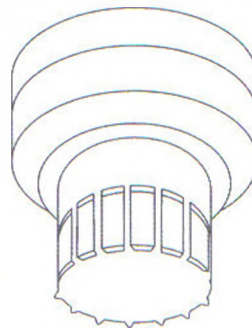
- optikai;
- ionizációs;
- differenciális és
- lángjelzőket.

Az *optikai* tűzjelzők a szórtfény- elv alapján működnek. A jelzőberendezés kamrájában elhelyezett adódióda fénye veszélymentes helyzetben nem vetül a vevődiódára. Füst behatolása után az adódióda fényének egy része visszaverődik, ráesik a vevődiódára és jelez. Az optikai tűzjelzőket főként, a műanyagok és szerves anyagok tüzeinek jelzésére használják.

Az *ionizációs* tűzjelzők alkalmasak a tüzek már korai szakaszának felismerésére is. A jelzőegység egy referencia- és egy mérőkamrával rendelkezik. A mérőkamrába áramló füstgázok megváltoztatják az érzékelő ellenállását, ezt érzékeli a referenciakamra egysége, majd szükség esetén riaszt.

A *differenciális* hőjelzők, meghatározott hőmérsékletemelkedési sebességet érzékelnek. A lassú felmelegedés, amelyet napsütés vagy a fűtés hoz létre, nem vezet riasztáshoz.

A *lángjelzők* csak a lángok által kibocsátott ibolyántúli összetevők hatására lépnek működésbe. Nem reagálnak az izzólámpák, a fénycsövek fénysugárzására valamint a napsugarakra sem.



3.5.1. ábra.
Differenciális hőjelző

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse a tűzveszélyességi osztályokat!
2. Ismertesse a tűzveszélyességi besorolásokat!
3. Milyen módon lehet érzékelni a tűzveszélyt?
4. Miben különbözik az optikai füstjelző az ionizációs füstjelzőtől?
5. Mit nevezünk differenciális hőjelzőnek?

3.6. Behatolásjelző berendezés működési elve

A behatolás (betörés) elleni védelemnek még nincs megfelelő jogi szabályozása. A jogtalan behatolásra vonatkozóan, a Btk. (Büntető törvénykönyv) meghatározza a büntetés tételeit, azonban a védekezésre még nincsenek meg a jogi előírások, szemben a tűzvédelemmel.

A vagyonvédelmi berendezéseket szerelők tevékenysége bizalmi kérdés. A megrendelő elvárhatja a rendszerre vonatkozó titoktartást. A szerelőnek részben erkölcsi kötelessége a titoktartás, részben egy esetleges jogtalan behatoláskor megvizsgálják a szerelő felelősségét is.

A vagyonvédelmi berendezéseket csak erre a szakterületre jogosító szakképzettséggel rendelkező szerelő végezheti, azonban az általános ismeretekkel a villanyszerelőnek is rendelkeznie kell.

A behatolás elleni védelemben alkalmazott érzékelők nagy többsége, – szemben a tűzjelzéssel –, nem a fizikai tényezők ellen hat, hanem az ember hat a fizikai tényezők ellen. Betöréskor, a betörő igyekszik mindent megtenni azért, hogy az érzékelő ne jelezzen.

A betörők viselkedése nem felel meg a normális emberi tevékenységnek. A betörő tör, zúz, fészít, fűrészel, falat bont stb.

A betörés elleni védelmet három fő csoportra bonthatjuk:

- személyi;
- mechanikai;
- elektronikai védelem.

A *személyi* védelem azt jelenti, hogy ténylegesen valamely személy védi az objektumot.

A *mechanikai* védelem, kerítést, falakat, záratat stb. foglal magába.

Az *elektronikai* védelem, elektronikai eszközöket, jelző és működtető berendezéseket jelent.

A mechanikai védelmekhez hasonlóan, az elektronikai védelmet is le lehet győzni, azonban a védelmek legyőzéséhez szükséges, eszközök ugyanannyiba kerülhetnek, mint a jogtalanul megszerzett érték.

Az elektronikai védelemnek a legfőbb célja, hogy a személyek, a vagyoni értékek elleni támadás sok időbe teljen, és gyorsan jelezzen a kijelölt helyen. Az érzékelők nagy része olyan fizikai elvek alapján működik, amely jelenségeket az ember érzékszervei nem észlelnek. Ilyenek az ultrahangot kibocsátó készülék, a Doppler elv alapján, a mikrohullámú adó-vevő, az infrarörpó, a passzív infraérzékelő.

A betörésjelző berendezés

A betörésjelző berendezések az előtér-felügyeletet, a külső határfelület figyélését és a helyiség felügyeletet látják el.

Az *előtér-felügyeletnek* akkor kell jeleznie, ha illetéktelen lép a biztosított területre, pl. kertbe.

A *külső határfelületek* az ablakok, ajtók, tetők, amelyek erőszakos nyitása hozza működésbe a jelző berendezést (pl. ablakokra szerelt rezgésérzékelő).

A *helyiségfelügyelet* a helyiségben illetéktelen személyek mozgását észleli és hozza működésbe a riasztást. Az ide tartozó rendszert csak akkor szabad élesíteni, ha már senki sincs a felügyelt épületen belül (infrásugárzó érzékelő).

A berendezést, a kezelő által szabadon-hozzáférhető helyen, de közvetlenül nem látható helyre szerelik, a védett területen belül.

A betörésjelző berendezéseket a betöréstől és a tűztől védeni kell. A betörésjelző berendezéseknek már jogosulatlan közeledéskor is, de legkésőbb a védett területre való erőszakos behatoláskor riasztaniuk kell.

3.3. táblázat

Betörésjelző berendezések rajzjelei				
 reteszkapcsoló	 nagyfrekvenciás térérzékelő	 kapacitív érzékelő	 rács	
 mágneskapcsoló	 állapotíró	 riasztóhuzalos biztonsági üveg	 hang- és fényjelző	
 rezgésérzékelő	 nyomás-érzékelő	 infravörös fényzorompó	 kontaktszőnyeg	
 fólia	 hangjelző (elektronikus)	 ultrahang-sorompó	 dőlés érzékelő	
 húzásérzékelő	 hangjelző (elektromechanikus)	 MHz-sorompó	 tv-kamera	
 támadásjelző gomb	 passzív infra	 GHz-doppler	 tv-monitor	
 központ (kijelzőtábló)	 áttörésjelző	 GHz-sorompó	 rádió adó-vevő	
 elosztódoboz	 testhang-érzékelő	 súlyérzékelő	 tápegység	
 élesrekapcsoló berendezés	 üvegtörés-jelző	 kulcsérzékelős zár	 nedvesség érzékelő	
 kódkapcsoló	 ultrahang-doppler	 kódtaszatúra	 időzár	
	 fényjelző		 feszítés-érzékelő	

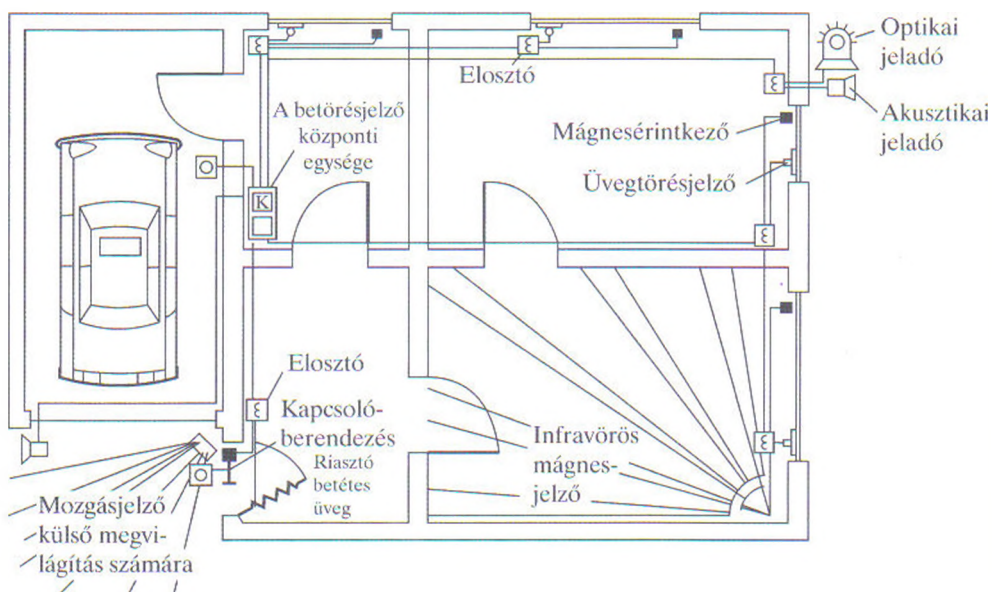
A védelmi berendezéseket osztályba sorolják, így az 1.A osztályú berendezés bekapcsolását (élesítését) kulcsos kapcsolóval végezhetjük.

Az 1.B osztályú berendezésekbe mechanikus reteszleléseket építenek be. A berendezést a kezelő, csak idővezérléssel vagy digitális kapcsolóval engedélyezheti. A digitális kapcsolóberendezések, a kapcsolási folyamatot csak adott szám-, vagy betűkombináció beállítása után engedélyezik. A szabvány legalább 10^5 szám- vagy betűkombinációt ír elő.

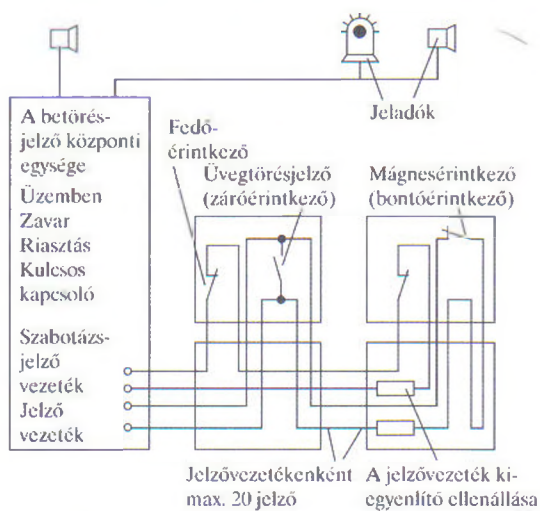
A berendezésen lévő lámpáknak, többnyire LED-ek, jelezniük kell a jelző-berendezés állapotait, vagyis az üzemben lévő állapotot, a zavart és a riasztást.

A betörésjelző berendezéseknek saját áramkört kell kialakítani. A hálózati feszültség kimaradásakor azonnal, akkumulátor veszi át az energia ellátást. Az akkumulátor tárolókapacitásának elegendőnek kell lennie legalább 60 órás, korlátlan üzemre. Az akkumulátor tárolókapacitásának letelte előtt a fényjelzőknek és a hangjelzőknek még egy percig üzemelniük kell.

A jeladókat, a betörésjelző berendezés központi egységével, az ún. primer vezetékkel kell összekötni. A primer vezeték magszakítását vagy annak áthidalását a központi egységnek érzékelnie kell.



A betörésseljelző berendezések felügyeleti tartományát – hasonlóan a tűzvédelemhez – jelzési tartományokra osztják. Egy jelzési tartomány legfeljebb öt szomszédos területet foglalhat magába és az ezekhez tartozó összes terület nem haladhatja meg a 400 m²-t. Az egy jelzési tartományhoz tartozó jelzőket, egy közös vezetéken, a jelző vezetéken kell összekötni a központi egységgel. Egy jelző vezetékre legfeljebb húsz jelzőt szabad kapcsolni. A jelzővezetékek és a központi egység összekötése látható a 3.6.2. ábrán.



4.

Kisfeszültségű kapcsolókészülékek

4.1. Kisfeszültségű kapcsolókészülékek felosztása

A kapcsolókészülékeket különféle szempontok szerint csoportosíthatjuk. Célszerű a készülékeket feladatuk szerint csoportosítani, ezen szempont szerint a kapcsolókészülékeket három fő csoportba sorolhatjuk.

- szakaszoló,
- terheléskapcsoló,
- megszakítók.

A szakaszoló feladata az, hogy áramköröket árammentes állapotban nyisson, szakaszokra bontson vagy zárjon.

A szakaszoló olyan készülékek, amelyek áramkörök vagy azok egyes szakaszainak feszültség alatt, de árammentes állapotban való ki- és bekapcsolását végzik. Az árammentes állapotot a gyakorlatban nem szó szerinti értelemben kell figyelembe venni, mivel a szakaszoló névleges áramának legfeljebb 1%-át, de 10 A-nél mindenképpen kevesebb áramot képes megszakítani. Ennek figyelembe-vételével üresen járó transzformátorokat, terheletlen szabadvezetéseket és kábeleket, szakaszolókkal kikapcsolhatunk, ha nem lép fel jelentős ívképződés.

A szakaszoló rendeltetése kétféle: az egyik az áram útjának előkészítése, a másik az egyes vezetékszakaszokra bontott áramkörök egyes részei egymástól teljes értékűen elszigetelése. Ez azt jelenti, hogy amíg a szakaszoló nyitva van a kiszakasztott vezetékrészek nem kerülhetnek feszültség alá. A feszültségmentes szakaszon a karbantartási, javítási és egyéb munka veszélytelenül elvégezhető, ha a feszültségmentesítést szabályosan végezték el.

A terheléskapcsoló feladata az, hogy lehetővé tegye az üzemi vagy túlterhelésekből eredő, a névleges feszültségnél 50 ... 100%-kal nagyobb, de nem zárlati jellegű áramok kikapcsolását, megszakítását. A terheléskapcsolónak a zárlatra való esetleges rákapcsolást ki kell bírnia. Azt ugyanis nem tudhatjuk előre, hogy kapcsolás alkalmával nem kapcsolunk-e rá. Ha zárlatra kapcsolunk, akkor kikapcsolás már nem a terheléskapcsoló feladata, mert erre nem képes. Ezt más készüléknek, a megszakítóknak kell elvégeznie. A zárlatokat nem a terheléskapcsoló szakítja meg, így el kell bírnia zárt állapotban a zárlati áram termikus és dinamikus hatását mindaddig, amíg az valamilyen megszakító megszakítja.

A megszakító feladata zárlati áramok kikapcsolás, megszakítása. A megszakítónak el kell bírnia a zárlatra való rákapcsolást is.

Egyenfeszültség esetén a zárlati áramot meg kell szakítani, míg váltakozó feszültség esetén a zárlati áram által okozott ív az áram nullaátmenetekor kialszik, így tehát az ív újragyulladását kell megakadályozni.

A megszakítók feladata annyiban hasonlít a terheléskapcsolók és a kontaktorok feladatához, hogy a megszakítótól is megkívánjuk, hogy üzemszerűen kibírja a zárlatra való rákapcsolást. A korszerű megszakítókat túláramvédelemmel is ellátják.

A kisfeszültségű kapcsolókészülékek felépítése

A kapcsolókészülékek két főbb szerkezeti rendszerből épülnek fel: az érintkező és működtető rendszerből.

Az érintkező rendszer feladata az áramkör bontása állandó vagy szakaszos üzembe való zárása. Fontos az, hogy a bekapcsolás jelentősebb pattogás nélkül menjen végbe (pattogás úgy keletkezik, hogy meghatározott sebességgel az állóérintkezőhöz ütköző mozgóérintkezők visszapattannak és az érintkezést rontják), adott áramerősséget összehegedés nélkül kapcsoljon (a hegedések meghatározott áramerősségen túl a két érintkező kisebb vagy nagyobb mértékű olvadásával kezdődnek), végül meghatározott kikapcsoló képessége legyen.

A működtető rendszer feladata az érintkezők megfelelő sebességű mozgatása, ill. az érintkezők megfelelő erővel való összeszorítása (nyomóerő). A kapcsolókészülékek kézi, mechanikus, mágneses, pneumatikus és hidraulikus vagy termikus működésűek lehetnek.

A kézi működtetésű kapcsolókészülékek hajtása közvetlenül kézi erővel történik.

A mechanikus működtetésű kapcsolókat rugóerő (rugóerőtárolás) a mágneses működtetésű kapcsolókat az elektromágnes húzóereje működteti. A pneumatikus és hidraulikus működtetésű kapcsolókészülék működtetésére a gáz és folyadék nyomását használja fel.

A termikus működtetésű kapcsolókat áram hőhatására bekövetkező helyzetváltozás működteti.

A kapcsolókészülékek különböző üzemi (technológiai) környezetben dolgoznak. Az üzemben fellépő ártalmas, káros hatásoktól (por, nedvesség, mechanikai sérülés stb.) a készülékeket meg kell védeni. Ezért a kapcsolókészülékeket megfelelő védettséggel kell ellátni. A kapcsolószerkezeteket különböző szekrényekbe, dobozokba stb. helyezjük el.

A kapcsolókészülékeket védettségük szerint is csoportosíthatjuk:

- a nyitott kapcsolók csatlakozó fémrészei (érintkezői) burkolatlanok, ezért csak lemez vagy tokozott szekrényekben, készülékekben alkalmazhatók,
- a zárt tokozású kapcsolók a védettségi fokozat szerint egyszerű burkolattal, csepegtető víz ellen védő, freccsenő víz ellen védő robbanásbiztos stb. tokozással készülnek.

4.2. Kézi működésű kapcsolók

A kézi működtetésű kapcsolók kisfeszültségű terheléskapcsolók. A kapcsolók kettő, vagy több nyugalmi helyzettel rendelkeznek. Általános jellemzőjük, hogy külső erők hatására eltérő kapcsolási helyzetbe hozhatók. A külső erő megszűnésével abban a helyzetben maradnak.

A kapcsolók típusai:

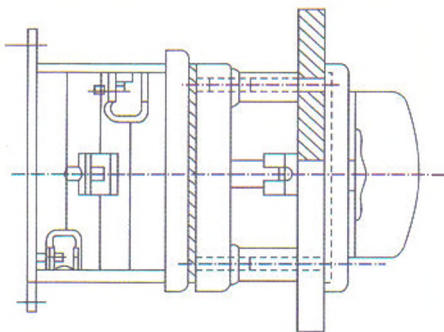
- kézi működtetésű világítási dobozkapcsolók (Ezekkel a kapcsolókkal a világítási áramkörök témakörnél foglalkoztunk.)
- ipari kapcsolókészülékek: kamrás kapcsolók, büttykös kapcsolók, görgős kapcsolók.

Kamrás kapcsolók

A kamrás kapcsolókat villamos hálózatokban,

- kismotorok, kis és törpetranszformátorok, háztartási gépek és egyéb fogyasztók kis és bekapcsolására,
- világítási vezetékeknek a táppontról való leválasztására,
- vezérlő- és mérőkészülékek, valamint ezek vezetékeinek kapcsolására használják.

A kamrás kapcsolókat elemekből rakják össze. A szigetelőanyagból készült tárcsák (kamrák) egymásra szerelhetők és így alakul ki a kapcsoló. A legnagyobb összeépíthető elemszám: 30 (4.2.1. ábra).



4.2.1. ábra. Kamrás kapcsoló körvonala

A kamrás kapcsolókban a kapcsolás egymástól független kamrákban történik, a kapcsoló 4 állású. Az átkapcsolás reteszelő szerkezet segítségével pillanatszerűen történik. A kamrában a mozgó érintkező alakja lehet sugaras (félátmérő) átmérős (két szemben lévő pólust köt össze), derékszögű vagy „T” alakú. A különböző mozgó érintkezők, és a kamrák számának a változtatásával a legkülönbözőbb kapcsolásokat lehet megvalósítani.

Az állóérintkezők sugár irányba helyezkednek el, a kamrán kívül eső részei úgy vannak kialakítva, hogy a csatlakozóvezeték csavarral lehet rögzíteni az állóérintkezőkhöz.

A kapcsoló szerkezeti részeit fogja össze a kamraclemek hornyaiban végigfutó csap-szeg. A kamrák belsőjében – a kapcsoló hosszirányban – végigfut a tengely. A tengelynek a kamrákon belüli részét négyszögletes szigetelőcsővel szigetelik. A szigetelt tengelyre húzzák az áramot vezető, rugózó mozgó érintkezőket, amelyek bronz rugószalagból készülnek. A mozgóérintkezők közrefogják az állóérintkezőket, így megbízható érintkezés jön létre.

A tengelyt három helyen csapágyazzák a kapcsolás a tengely forgatásával történik. A tengely forgatása a mellő oldalán elhelyezett bakelit fogantyúval történik. A fogantyút a tengely végén rögzítik.

A forgatómű pillanatkapcsolású, egy kapcsolás alatt a mozgóérintkezők 1/4 fordulattal mozdulnak el.

A kapcsolási helyzetet a tengelyre erősített csillagidom és a hozzá tartozó rugóterhelésű görgőszár biztosítja, amelyeket együtt dobóműnek neveznek. A dobómű 12 kamráig használatos. Ennél nagyobb számú kamra esetén kettős dobómű kerül alkalmazásra. Az egyes kamrákban a kapcsolási műveletek egymástól elszigetelten és függetlenül mennek végbe, így számos kapcsolási művelet elvégezhető.

A kamrás kapcsolók kiviteli formái:

- beépíthető (betét) kivitelben, bakelit forgantyúval,
- süllyesztett kivitelben, bakelit előlappal és forgantyúval,
- fali kivitelben, bakelit házban, forgantyúval,
- védett kivitelben, öntöttvas tokban, bakelit forgantyúval.

A kapcsolási műveletek szerint a kamrás kapcsoló lehet:

- kikapcsoló,
- átkapcsoló,
- szabályozó kapcsoló,
- voltmérő átkapcsoló.

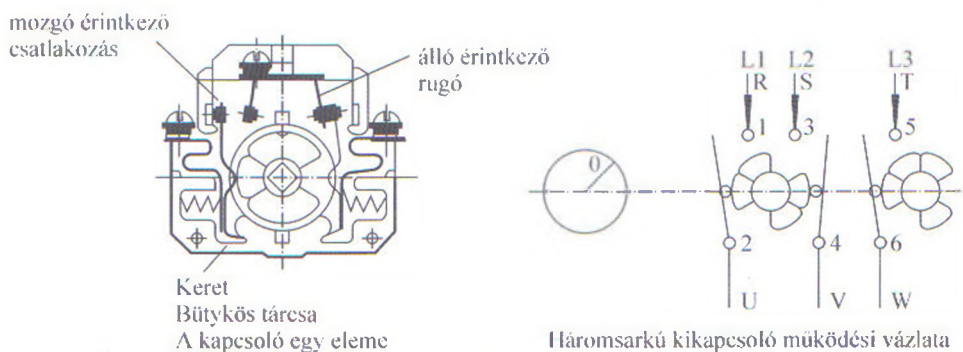
A kamrás kapcsolók 400 V váltakozó feszültségre, 10 és 15 A névleges áramerősségre, 20 000 kapcsolási játékra készülnek. A 10 A-es típusra 4 mm², a 15 A-es típusba 6 mm² keresztmetszetű vezetékkel lehet bekötni.

Bütykös kapcsolók

A kapcsoló érintkezőit a kapcsoló tengelyére felfűzött bütykös tárcsák mozgatják. Minden tárcsához két, szimmetrikusan elhelyezett érintkező tartozik. A tárcsákon 6 bütyök van. A tárcsákat úgy képezték ki, hogy ahol az érintkezők zárására van szükség, a bütyök kitörhet (4.2.2. ábra).

A bütykös kapcsolók legfőbb szerkezeti része maga a kapcsolóelem. A kapcsolóelem tartalmazza az érintkező rendszert és az ívöltő-berendezést. A mozgóérintkező rugózata az érintkezőket mindig egy helyzetben (nyitva vagy zárva) tartja. Az egyszeres megszakítású kapcsolóelemek ívfűvő tekercsekkel vagy váltakozó áram esetén deion-lemezes ol-tókamrákkal szerelhetők fel.

A kapcsolókat korábban széles körben alkalmazták főáramkörű motorkapcsolóknak, sorrend-kapcsolóknak, csillag-delta, pólusváltó kapcsolóknak stb. Jelenleg helyettük a görgős kapcsolókat alkalmazzák.



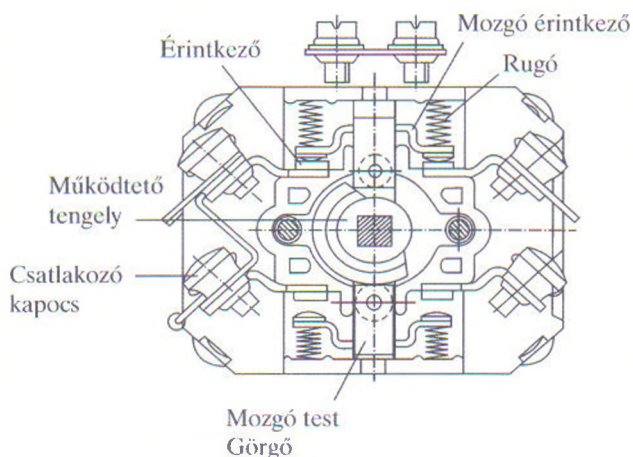
4.2.2. ábra. Bütykös kapcsoló működése

Görgős kapcsolók

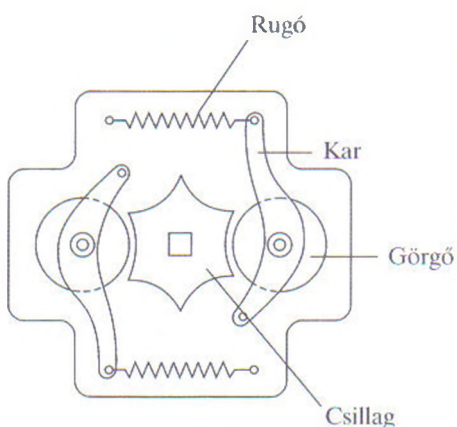
A görgős kapcsoló váltakozó áramú hálózatokban használatos motorok, kistranszformátorok, berendezések működtetésére. A kapcsoló sokcélú kialakítású jól alkalmazható automatikákban és munkagépek (pl. szerszámgépek) vezérlésében.

A kapcsoló kézi működtetésű, nyitott vagy tokozott kivitelben, alumínium előlappal készül. Az előlapon lévő jelek a kar helyzetének megfelelő kapcsolási állapotot jelölik.

A kapcsoló érintkező-rendszere szigetelőkamrában van elhelyezve, ami két független áramkör-érintkezőjét foglalhatja magában. Az állóérintkezők műanyagkamrában vannak beszerelve. A mozgóérintkezőket a mozgókeret vezeti. A érintkezőket tartalmazó kamrákat és a bütykös tárcsákat rendszerben fűzik fel. A szerelt elemek felfűzés után szorító orsókcal rögzítik (4.2.3. ábra).



4.2.3. ábra. Görgős-kapcsoló metszeti rajza



4.2.4. ábra. Állásrögzítő szerkezet

A kapcsolót az egyes helyzetekben állásrögzítő szerkezet biztosítja (4.2.4. ábra). A szerkezetet az utolsó kamrában helyezik el. A készüléknek 6 kapcsolási állása lehet. Kevesebb kapcsolási állásnál véghelyzeteket ütköztetik.

A készülékek függőleges síkú szerelőlapra különböző kapcsolótáblák és elosztó-berendezések fedőlapjára, ajtajára szerelhetők. A csatlakozóvezeték csak rögzítőcsavarral köthető be.

Szükség esetén a szomszédos áramkörök vezetővel összeköthetők oly módon, hogy egy kamrán belül a kapcsok függőleges irányban, a szomszédos kamrák kapcsai pedig vízszintes irányban legyenek átkötve.

A kapcsolók készülnek:

- előlapos kivitelben (nyitott),
- bakelit tokozású kivitelben,
- lemeztokozású kivitelben.

Kapcsolási programok

- BE-KI kapcsolók,
- szakaszkapcsolók, vészleállító kapcsolók,
- átkapcsolók 0 állással,
- átkapcsoló 0 állás nélkül,
- fokozatkapcsolók 0 állással,
- fokozatkapcsolók 0 állás nélkül,
- voltmérő átkapcsolók,
- ampermérő átkapcsoló,
- motorkapcsolók:
 - irányváltó,
 - csillag-háromszög átkapcsoló,
 - csillag-háromszög átkapcsoló két forgásirányra,
 - Dahlander tekercselésű motorhoz két fordulatra,
 - két fordulatra, egy forgásirányra külön tekercselésű motorhoz,
 - egy fázissal egy forgásirányra visszaváltó,
 - egy fázissal és segédfázissal két forgásirányra étirányból visszaálló,
- visszaálló vezérlők.

A korszerű görgős kapcsolók összerakható modul rendszerben készülnek. Az alapegységben helyezkedik el az érintkező kamra, amelyben 1 vagy 2 db kettős megszakítású egymástól független áramkörű érintkező van. Változatos kivitelben készülnek. Hozzákapcsolhatók a segédérintkezők.

A görgős kapcsolók lezárható kivitelben (lakatolható) is készülnek így szakaszolásra is alkalmazzák valamint a véletlen bekapcsolást meg lehet akadályozni.

4.3. Mágnes működtetésű kapcsolók

A kontaktornak nevezzük az olyan kapcsolót, amely gépi erővel működtethető, visszahúzó erővel rendelkezik, nincs reteszelve.

Kontaktorok képesek ellátni a terheléskapcsolókra vonatkozó feladatokat, ezen kívül képesek óránként többszáz működésre. Emiatt természetesen kézzel nem működtethetők. A kontaktorok a terheléskapcsolók egyik válfaját képezik, mivel azoktól elvben nem különböznek.

A kontaktorok nyugalmi helyzettel rendelkező kapcsolószerkezetek, amelyek nyugalmi helyzetükből működtetés hatására kitérnek, működtetés megszűnésével eredeti helyzetükbe visszatérnek. A kontaktorok nyugalmi helyzete általában a nyitott helyzet. A kontaktorok alkalmasak túlterhelések lekapcsolására. A kontaktorokat nagy mechanikai élettartam, $10^6 \dots 10^7$ számú kapcsolás biztosítása jellemzi.

Működtetés szempontjából megkülönböztetünk mágneses pneumatikus és elektro-pneumatikus kontaktort. A mágneses működtetésű kontaktorokat mágnescapcsolóknak nevezzük, amelyek lehetnek egyen- vagy váltakozó áramúak.

Különleges kialakításba terheléscapcsolóként is használhatók, a névleges áramukon felül kis többlet áramot képesek kapcsolni. A villamos gépek távműködtetésére, vezérlési feladatok megoldására kontaktorokat alkalmaznak.

A segédkontaktorokat és segédreléket vagy vezérlőreléket vezérlő áramkörökben alkalmazták.

A kontaktor kisfeszültségű kapcsolókészülék fő jellemzői:

- egy nyugalmi helyzetűek,
- gépi működésűek (mágneses, motoros pneumatikus stb.),
- gyakori működésre alkalmasak.

A kontaktorok működtető rendszerei.

- mágneses,
- pneumatikus,
- termikus rendszerűek.

A pneumatikus erők legtöbbször elektro-pneumatikus eredetűek, ezeket mágneses szelepek vezérlik.

A mágneses működtetésű kontaktorokat mágnescapcsolóknak nevezzük.

A működtető mágneseket a legkülönbözőbb szempontok szerint különböztetik meg. A működési alapelvük szerint lehetnek: húzó-, toló-, és forgómágnesek.

Korszerű húzómágnesek olyan mágnesrendszerek, amelyekben a mozgó rész a pólusra merőlegesen mozog, az álló vasmag felé. A mágnes légrése a munkafolyamat alatt jelentősen változik. A légrés csökkenésével, megszűnésével a fluxus erősen nő. A mágnesek kapcsolás utáni mozgását (elejtését) nyomórugó, kiegészítő súlyok által előidézett kiegészítő erők segítik (4.3.1. ábra, 4.3.2. ábra).

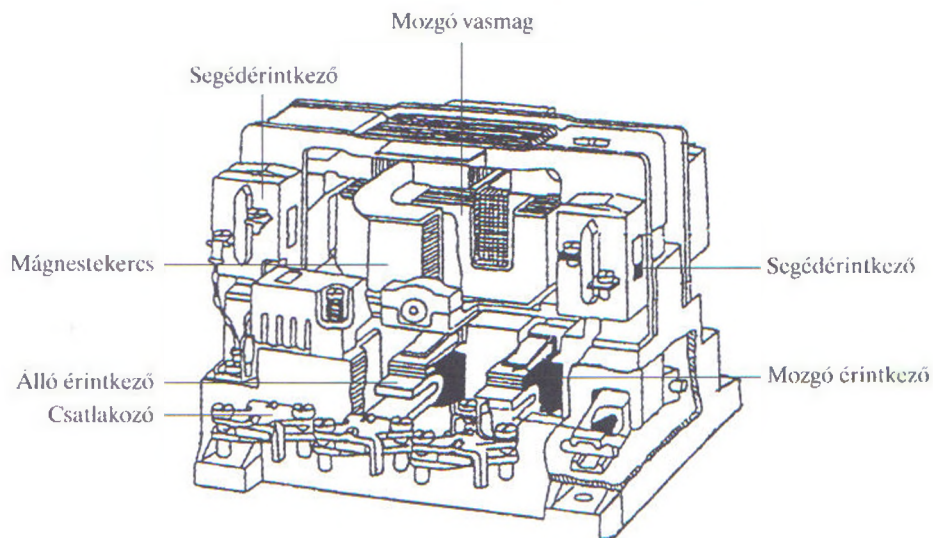
Az elektromágnesek legfontosabb elemei:

- a mágnes gerjesztő tekercse,
- az álló vasmag,
- a mozgó vasmag az érintkezőkkel,
- a felerősítésre szolgáló szerkezeti elemek.

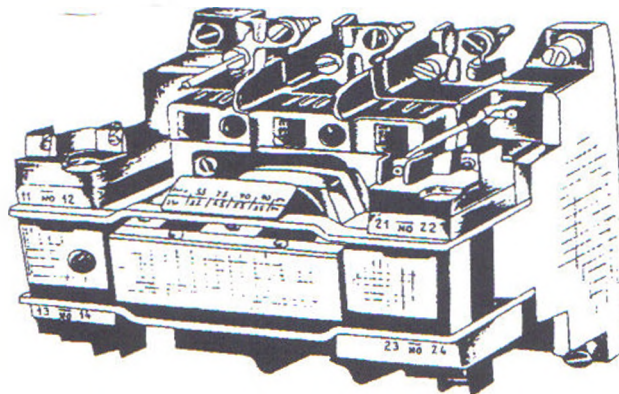
A mágnescapcsoló üzeme során a mágnesrendszer behúzásával kapcsolatot teremt az állóérintkezők és mozgóérintkezők között. A mágnes behúzó feszültség megszűnése után a beépített rugók a mágnes mozgó részét a kiindulási helyzetbe (nyitási távolság) mozdítják el.

A mágneses működtetésnél a csap körül elforduló mágnesként általában U alakú párhuzamos mozgó mágnesként E alakú vagy köpeny alakú vasmagot alkalmaznak. Nagyobb kapcsolási számoknál szokásos az egyenáramú működtető mágnes alkalmazása. Az egyenáramú mágnes lágyabb működtetésű, csökkenti az érintkezők visszapattanását, ezáltal csökken az érintkezők elhasználódása.

Az elektromágneses működtetésű kontaktoroknak mechanikus zárószervezetük nincs, a működtető feszültség kimaradása, vagy a húzómágnes elengedési értéke alá való csökkenésekor kikapcsolnak.



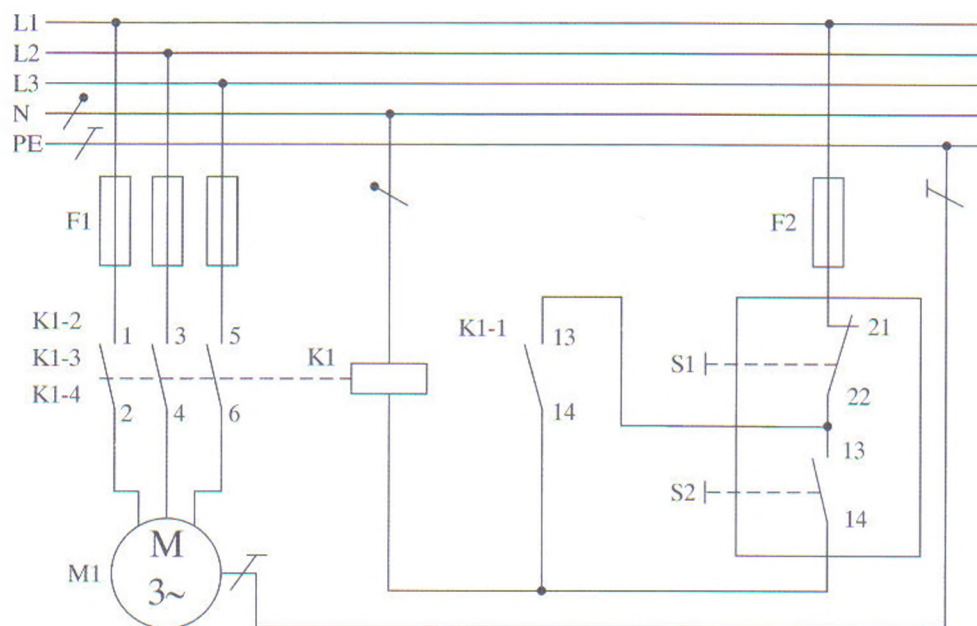
4.3.1. ábra. Mágneskapcsoló metszeti rajza



4.3.2. ábra. Mágneskapcsoló látszati képe

A kapcsolók túláram elleni védelemmel nincsenek ellátva. Káros áramlökések és rövidzárlatok elleni védelem végett a kapcsolók, és a hálózat közé zárlatvédelmet kell beépíteni, a kapcsoló érintésvédelméről gondoskodni kell. A zárlatvédelmet legtöbbször olvadóbiztosítóval oldják meg.

A mágneskapcsolás működéséhez a mágnesre feszültséget kell kapcsolni, ennek hatására a mágnes mozgó része a hozzákapcsolt mozgóérintkezőkkel elmozdul az állóérintkezőkig. Az állóérintkezők és a mozgóérintkezők a főáramutakat zárják. A mágnes addig tartja zárva a főérintkezőket, amíg rajta feszültség van. Ha a mágnes áramkörét, (működtető áramkör segédáramút) kézi kapcsolóval zártuk a mágnes működése akkor szűnik meg (elenged), amikor a kézikapcsolót kikapcsoljuk, vagy a mágneskapcsoló feszültsége kimarad, vagy a feszültség nagyon (kb. 50% alá) lecsökken. A feszültség visszaté-



4.3.3. ábra. Mágnescapcsoló működési rajzai

rése után a kapcsoló újra bekapcsol (visszakapcsol, 4.3.3. ábra). A feszültségnek a kimaradás utáni gyors visszatérése balesetet, bizonyos technológiai folyamatokban kárt okozhat, ezért ezt meg kell akadályozni. Ezt úgy lehet megoldani, hogy a főáramutat záró érintkezőkkel egyidőben záródó segédérintkezőt illesztünk a mágnescapcsolóhoz. A segédérintkező a mágnes működtető áramkörét zárja s biztosítja a működését, ezt a kapcsolást öntartásnak nevezzük. A bekapcsolást a be nyomógombbal, kikapcsolását a segédáramkörbe iktatott ki gombbal végezzük, ezt a védelmet feszültség csökkenési védelemnek nevezzük (nullfeszültség védelem).

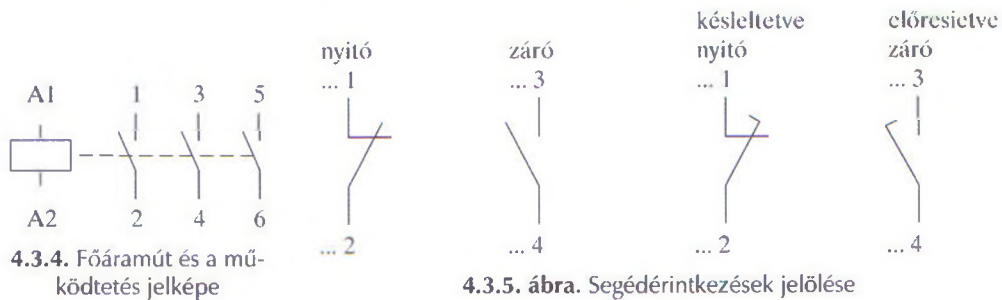
A kapcsolót működtető mágnes a feszültséghiány kioldó feladatot is betölti. Az üzemi feszültség kb. 50%-os csökkenése vagy teljes kimaradása esetén a mágnes elenged, a kapcsoló kikapcsol.

Egyes technológiai folyamatokat vezérlő automatikákban, a rövididejű feszültség kimaradás, vagy csökkenés a folyamatot feleslegesen leállítaná vagy éppen káros lekapcsolást okozna. Ilyen berendezéseknél hosszabb feszültség kimaradás esetén szükséges a berendezés automatikus kikapcsolása, a kikapcsolást egyenáramú működtető mágnesekkel, párhuzamosan kapcsolt kondenzátorokkal lehet késleltetni.

A korszerű mágnescapcsoló vízszintes mozgási rendszerű (régebben készültek függőleges és íves mozgású mágnescapcsolók). A kapcsolót függőleges síkú szerelőlapra erősítik fel, a mozgómágnes és a hozzá kapcsolt mozgóérintkező-rendszer vízszintesen a szerelő síkra merőlegesen mozog.

A mágnescapcsolót egyfázisú E alakú mágnes működteti. A mágnes mozgórésze közvetlenül össze van kapcsolva a mozgóérintkezőket tartó híddal.

A vezeték csatlakoztatása a főérintkezőkhöz (főáramutak) vezetéksszorítókkal történik. A csatlakozó vezetékek szemhajlítás nélkül csatlakoztathatók. Az egyes csatlakozó kapcsok számozással vannak ellátva amit a kapcsolási vázlaton feltüntetnek (pl. 4.3.3. ábra).

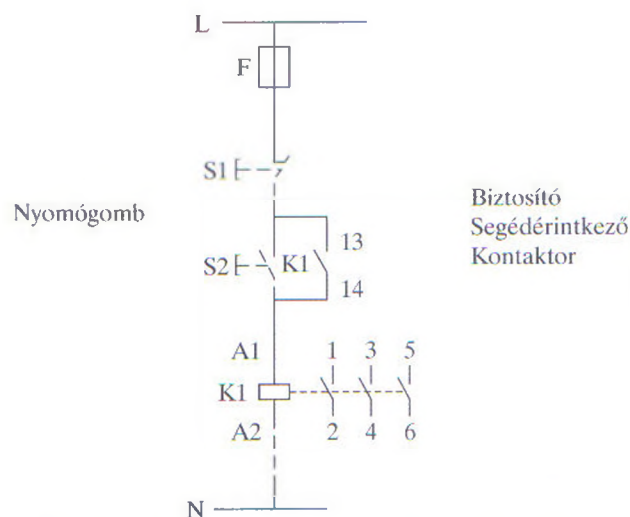


A korszerű mágneskapcsolóra a segédérintkező egységek helyezhetők el.
A mágneskapcsolók csatlakozó kapcsainak jelölése (4.3.4 ábra, 4.3.5 ábra).

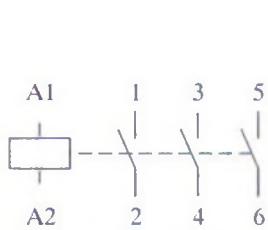
Főérintkezők (főáramutak)
1 L1; 3 L2; 5 L3 (betáplálási oldal)
2 T1; 4 T2; 6 T3 (terhelési oldal)

Működtetés:
AC váltakozó árammal
DC egyenárammal

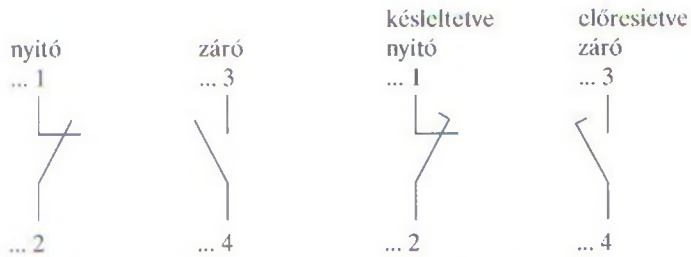
A segédérintkezők első számjele az elhelyezést, második számjel a működési módot jelzi.



4.3.6. ábra. A jelölések az áramkörben (Mágneskapcsoló működés áramutas rajza)



4.3.4. Főáramút és a működtetés jelképe



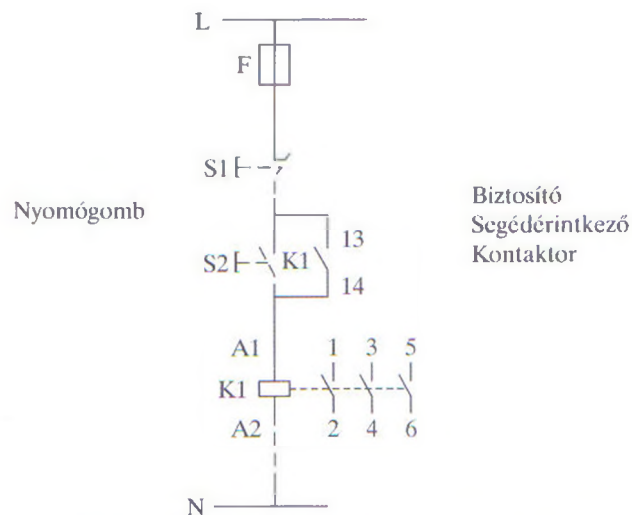
4.3.5. ábra. Segédérintkezők jelölése

A korszerű mágneskapcsolóra a segédérintkező egységek helyezhetők el.
A mágneskapcsolók csatlakozó kapcsainak jelölése (4.3.4 ábra, 4.3.5 ábra).

Főérintkezők (főáramutak)
1 L1; 3 L2; 5 L3 (betáplálási oldal)
2 T1; 4 T2; 6 T3 (terhelési oldal)

Működtetés:
AC váltakozó árammal
DC egyenárammal

/ A segédérintkezők első számjele az elhelyezést, második számjel a működési módot jelzi.



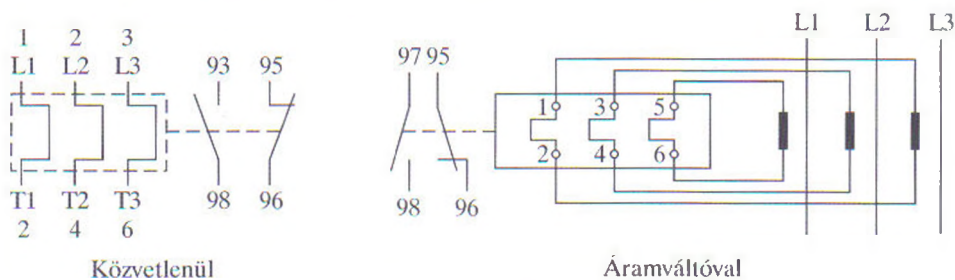
4.3.6. ábra. A jelölések az áramkörben (Mágneskapcsoló működés áramutas rajza)

4.4. Motorvédő kapcsolók

A villamos motorok tekercseit a túláramok tönkreteszik (leégetik) ezért a mágneskapcsolókat el kell látni olyan védelemmel, amely a motort megvédi a túlterhelésből keletkező károsodástól (4.4.1. ábra).

A motorvédő kapcsoló az, amely magába foglalja a motor indításához és megállításához szükséges valamennyi kapcsolóeszközt (kombináció) a megfelelő túlterhelésvédelemmel együtt. A motorvédelmet hőkioldóval (bimetallos) oldhatjuk meg.

A motorvédő kapcsolók váltakozó áramú hálózatban motorok, transzformátorok, nagyobb háztartási gépek és egyéb berendezések kapcsolására és védelmére szolgálnak.



4.4.1. ábra. A hőkioldó bekötése

A készülék beépített nyomógombokkal közvetlenül vagy különálló nyomógombokkal távolról egyaránt működtethető

A készülék védelem nélkül távkapcsolóként alkalmazható, hőkioldóval ellátva motorvédő kapcsoló a berendezést (pl. motort) védi a túlterhelésből eredő túláram ellen.

A motorvédő kapcsoló hőkioldója a mágneskapcsolót kikapcsolja, amikor a motor tekercselése eléri a nagyobb hőmérsékletet. A hőkioldó úgy van bekötve, hogy rajta a motor árama átfolyik.

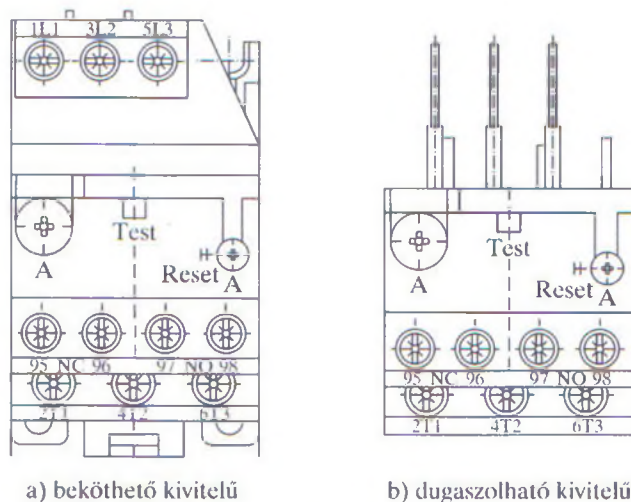


4.4.2. ábra. Bimetal nyugalmi állapotban

A motorvédelemmel ellátott kapcsolót a típusjelében található T betűről lehet felismerni (ami a termikus szóra utal).

A hőkioldó akkor működik jól, ha a hőkioldó jelleggörbéje megegyezik a motor jelleggörbéjével ebben az esetben a hőkioldó a védendő motor hőmása. A gyakorlatban a védendő motort 50%-os túlterhelésnél 2 percen belül, 20%-os túlterhelésnél 10 percen belül le kell kapcsolni a hálózatról. Nagyobb teljesítményű motor védelmére áramváltós hőrelé használunk, (25A felett) a védendő motor vezetékeit az áramváltón vezetjük keresztül.

A hőkioldó érzékelője ikerfém, amely az áram okozta hőhatásra, elmozdul, és érintkezőt kapcsol (4.4.2. ábra). A kioldó áram értékét a hőkioldón elhelyezett beállító gomb segítségével lehet beállítani. A készüléket automatikus és kézi kapcsolással is vissza lehet állítani (4.4.3. ábra).



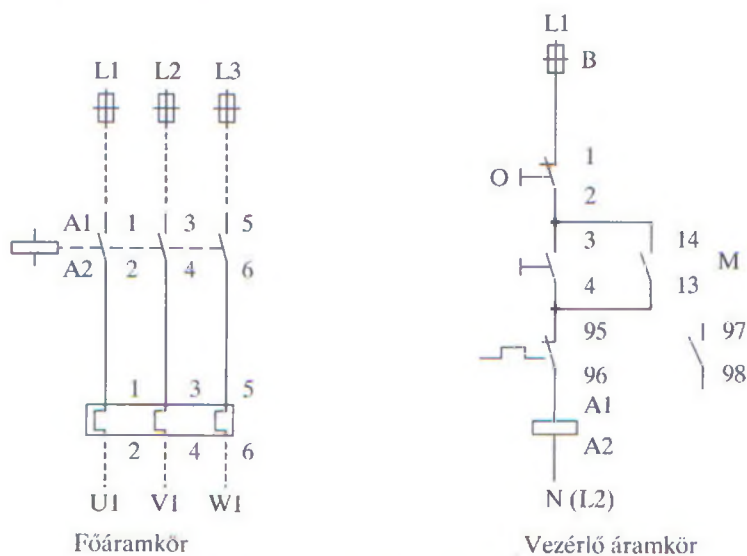
4.4.3. ábra. Hőkioldó egységek előnézete

Motorvédő kapcsolások

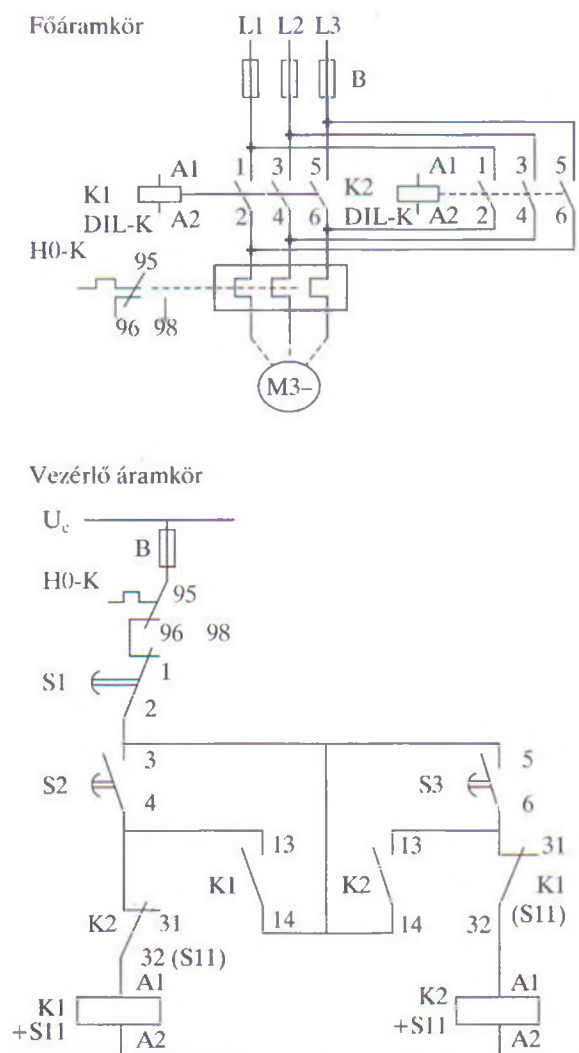
A közvetlen motorvédő kapcsoló olyan kapcsoló, amely a feszültséget egy fokozatban kapcsolja a motor csatlakozókapcsaira (4.4.4. ábra).

A kapcsoláshoz szükséges elemek: mágneskapcsoló, segédérintkező, hőkioldó.

Írányváltó motorvédő kapcsoló olyan védőkapcsoló, amely a motor forgásiránya megváltoztatására szolgál a motor primer csatlakozásainak megcserélésével, közben a motor forgásban lehet (4.4.5. ábra).



4.4.4. ábra. Közvetlen motorvédő kapcsoló kapcsolási rajza



4.4.5. ábra. Irányváltó motorvédő kapcsoló kapcsolási rajza

Előfordulhat olyan terhelés amelyet egy mágneskapcsoló tartósan nem képes kapcsolni. Ilyen esetben két db kontaktort lehet párhuzamosan kapcsolni. Az egyik kapcsolót úgy méretezik, hogy a terhelő áram 60%-át elbírja.

A kapcsolás elemei: 2 mágneskapcsoló, segédérintkező, hőkioldó.

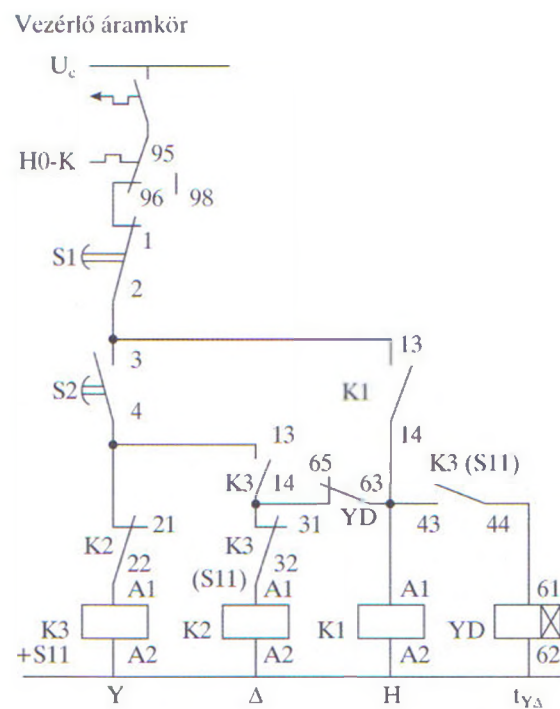
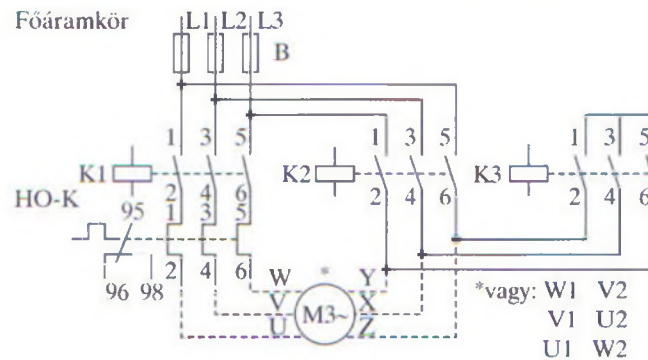
Két forgásirányú motorvédő kapcsoló olyan kapcsoló, amely a motor forgásiránya megváltoztatására szolgál úgy, hogy a motor primer csatlakozásait csak akkor cseréli meg, amikor a motor nincs forgásban.

Ezen feladathoz időzítő szerkezetet építenek be a kapcsolásba amely a primer csatlakozás cseréjét a meghatározott idő után engedi meg.

Csillag-háromszög motorvédő kapcsoló olyan kapcsoló amely az indítási helyzetben a motor állórész tekercseit csillagba kapcsolja és a végleges fordulatú helyzetben pedig háromszögbe (4.4.6. ábra).

Csillag kapcsolásban a motor fázistekercseire a vonali feszültség $\sqrt{3}$ -a jut. Az indítás árama a közvetlen indítás áramának $1/3$ -a (az indító nyomaték aránya is $1/3$). A motor tartósan háromszöghozzákapcsolásban fog üzemelni, ezért a hőkioldó értékét a vonali áram értékére kell beállítani.

A kapcsolás elemei: 3 mágneskapcsoló, segédérintkezők, hőkioldó, időzítő elem. A csillag-háromszög kapcsoló időzítő szerkezete egy időkapcsoló amely a csillag kapcsolásban a megfelelő fordulatszám elérését biztosítja.

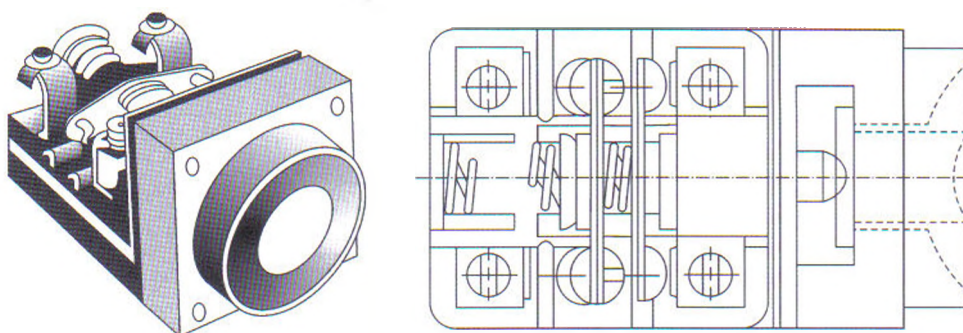


4.4.6. ábra. Csillag-háromszög kapcsolás

4.5. Működtető és jelző készülékek

A nyomógombok olyan kézi működtetésű kapcsolókészülékek, amelyek a kézi erővel (ujjal) kifejtett nyomás hatására és időtartamára egy vagy több érintkezőt zárnak, vagy nyitnak. A különféle gyártmányok legfontosabb adatai

- a záró-, nyitóérintkezők száma,
- a legnagyobb megengedett áramerősség és feszültség,



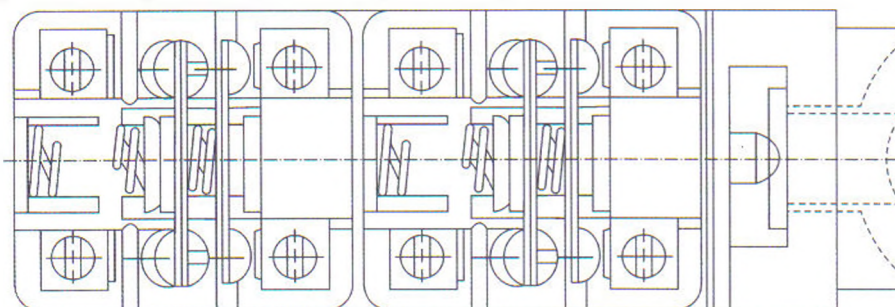
4.5.1. ábra. Süllyesztett szerelésre alkalmas nyitott kivitelű nyomógomb látszati képe és felülnézete

- a szerelés módja,
 - süllyesztett vagy
 - süllyeszthető,
- a védettség foka,
 - nyitott,
 - zárt,
 - pormentes,
 - vízmentes
- a csatlakozási lehetőségek:
 - acélpáncélső,
 - tömített kábelvezető stb.

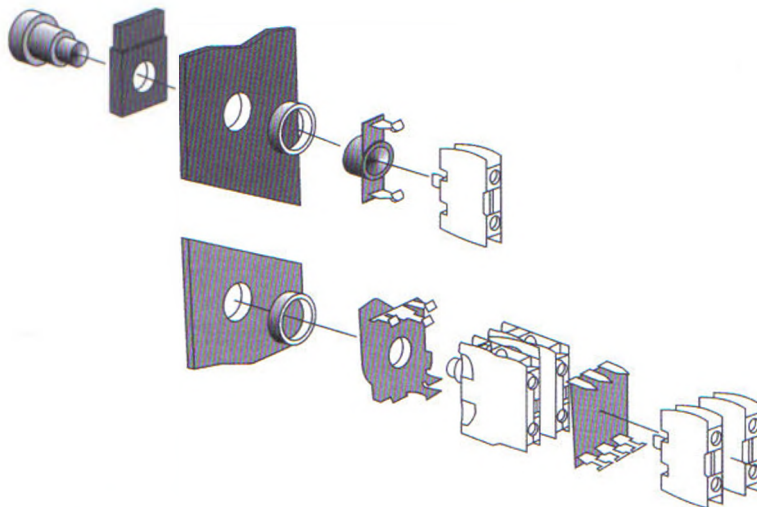
A nyomógombok működtetése legtöbbször rendelkezés jellegű (indítás, leállítás stb.), de jelző áramkörökben is használják.

A nyomógombok feladata a jeladás, működtetésükkel egy folyamat megindul vagy leáll. A nyomógombot kézzel működtetjük. elengedés után eredeti helyzetébe tér vissza (4.5.1. ábra). Érintkezőinek száma és jellege (záró-, nyitó-) a típus és a feladat szerint állítható össze. A nyomógomb színe általában zöld és piros. Zöld a BE gomb, amelynek működtetésével a folyamat megindul, és piros a KI gomb, amelynek megnyomásakor a folyamat leáll. A színjelzésen kívül a nyomógomb hatását kötelező felirattal is jelezni.

Korszerű nyomógombok modul rendszerben készülnek, az elemeket a feladatnak megfelelően rakják össze (4.5.2. ábra, 4.5.3. ábra).



4.5.2. ábra. Elemekből összerakott nyomógomb



4.5.3. ábra. Nyomógombok egymáshoz kapcsolódó elemeinek látszati képe

Véghelyzetkapcsolók

Általában biztonsági feladatokat látnak el, a hajtómotor kikapcsolásával megakadályozzák a gép, pl. daru túlfutását. Megfelelő ütközőkkel közbenső helyzetek érzékelésére is alkalmasak. Gyakran reteszelő feladatot látnak el, vagy további munkafolyamatok elindítására adnak jelet. Véghelyzet kapcsoló számlálóművel is el lehet látni és így a kapcsolások számának rögzítésére alkalmas a kapcsoló.

A véghelyzetkapcsolók többnyire görgős működtetőkarral, ritkábban egyszerű nyomógommbal készülnek. A végálláskapcsolót segédáramköri és főáramköri kivitelben készítenek. Vannak számlálóműves végálláskapcsolók is.

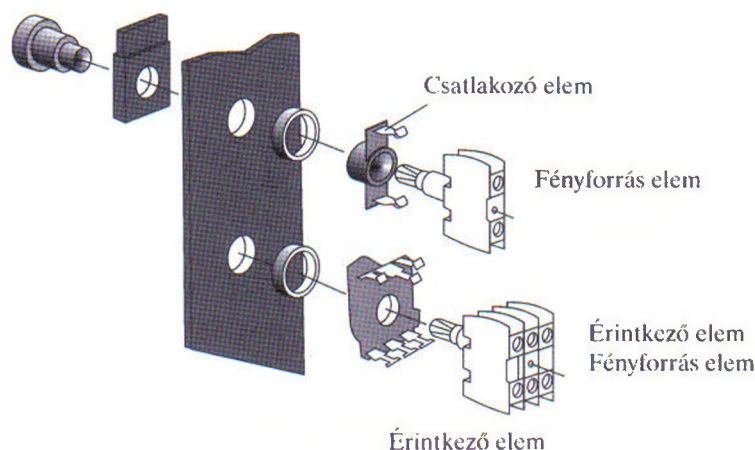
A jelzőlámpa feladata, hogy a berendezésekben azok üzemállapotában bekövetkezett változásokról értesítse a kezelőszemélyzetet tudomásulvétel vagy beavatkozás céljából. A jelzőlámpákat és a jelzőkészülékeket működtető áramkörök a jelző áramkörök.

A berendezések üzemvitelében rendkívül fontos a pontos információ, ezért igen fontos a jelző áramkörök biztonságos kialakítása és az egyértelmű, biztos jelzések megvalósítása. A villamos berendezésekben alkalmazott legfontosabb jelzések:

- állásjelzés, villamos készülékek kapcsolási helyzetéről ad jelzést
- hibajelzés.

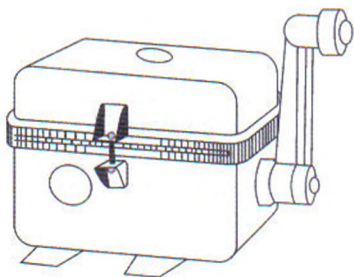
Az állásjelzés legegyszerűbben két jelzőlámpával oldható meg. A készülék kikapcsolt helyzetében zöld lámpa, bekapcsolt helyzetében piros lámpa világít.

A korszerű jelzőlámpákat a nyomógommbal együtt szerelik össze. Ebben az esetben külön jelzőáramkörre nem kell gondoskodni (4.5.4. ábra).



4.5.4. ábra. Modulokból (egységekből) összeállítható jelzőlámpa és jelzőlámpás nyomógomb látszati képe

Főáramköri végálláskapcsoló (helyzetkapcsoló)



Teljesen zárt, tokozott kivitelűek, az oldalt felszerelt görgőskar elmozdításával pillanatkapcsolás valósítható meg. A helyzetkapcsolók biztonsági célt szolgálnak, elsősorban daruk mozgást végző részeinek vész helyzetében működnek. A kapcsolón lévő ütköző elmozdulásával a háromfázisú motorok kapcsolására alkalmas (4.5.5. ábra).

4.5.5. ábra. Főáramköri végálláskapcsoló

ískapcsoló

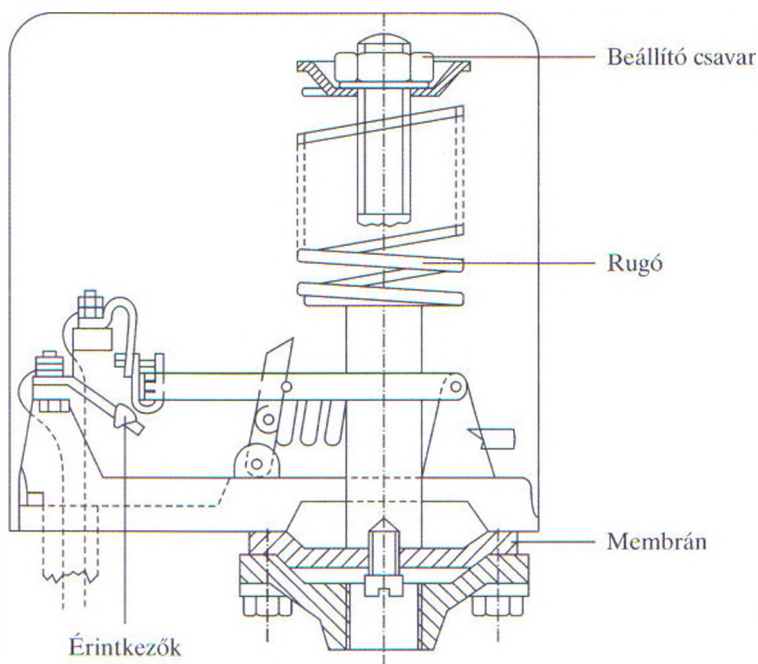
Jelzőlámpák

A kapcsolótáblák és tartozékai az egyes egységek állapotát (áll, jár) jelző világítóelemek. Számos változatuk van, gyakran nyomógommbal vannak kombinálva. Több típus van forgalomban. A cél, hogy minél kisebb helyet foglaljanak el, és a technológiai folyamatábrába beilleszthetők legyenek (4.5.4. ábra).

Nyomáskapcsolók

Nyomásérték változás jelzésére és ezzel összefüggő működtetési feladatokra nyomáskapcsolókat használunk. Az érzékelő elem membrán vagy csőrugó. A nyomás érzékelő elemre hat a nyomást elmozdulásra alakítja át. Az átalakítás úgy történik, hogy a membrán elmozdul, az elmozdulást mechanizmus szerkezet közvetíti a kapcsolóhoz.

A nyomáskapcsoló egy előre meghatározott alsónyomás értéknél bekapcsol, meghatározott felsőnyomásonál kikapcsol. A bekapcsolt és kikapcsolt helyzetekhez tartozó nyomás értékét a membránhoz kapcsolt rugó előfeszítésével lehet beállítani.



4.5.6. ábra. Nyomás kapcsoló metszete

A nyomáskapcsoló egy előre meghatározott alsónyomás értéknél bekapcsol, meghatározott felsőnyomásonál kikapcsol.

A bekapcsolt és kikapcsolt helyzetekhez tartozó nyomás értékét a membránhoz kapcsolt rugó előfeszítésével lehet beállítani (4.5.6. ábra).

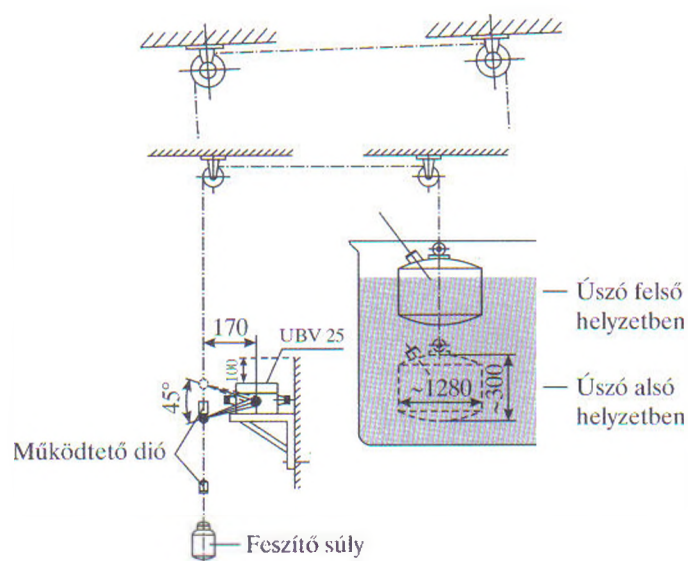
Folyadékszint-szabályozás

A távkapcsolók külön csoportjába tartoznak az úszókapcsolók (4.5.7. ábra). Közvetlen kapcsolásra vagy távműködtetésre (higanykapcsolós segédáramkörrel) is használják. A kapcsoló szerkezete olyan, hogy a billenőkar bármelyik állása alkalmas ki- vagy bekapcsolásra. A kar megfelelő szögelfordulásra rugót feszít meg, és a rugó végzi el a pillanatkapcsolást, amely a szivattyúmotort közvetlenül kikapcsolja.

Az úszókapcsoló egy érintkezőpárjának felhasználásával a motorvédő behúzótekerce is vezérelhető. Ebben az esetben a motorvédő Ki és Be gombjait ki kell iktatni, a motorvédőnél kapcsolni nem lehet. Folyadéknívó tartási pontossága kb. 10 mm.

Az úszókapcsolókat általában háromsarkú kivitelben 25 A névleges áramerősség kapcsolására acéllemezházzal gyártják. Vezérlőáramkör kapcsolására készítenek egysarkú úszókapcsolókat is, két úszóval, amelynek egymástól való távolsága adja a nívódifferenciát, tehát görgő és ellensúly nem kell hozzá. Pontosabb folyadék nívóérzékelés érhető el, ha az úszó paránykapcsolót (mikrokapcsolót) működtet.

Folyadéknívót egyéb fizikai jelenség felhasználásával is lehet érzékelni., pl. fénnel, fotocella segítségével vagy a folyadékba merülő érintkezőkkel (ha a folyadék a villamos áramot vezeti). Újabban használatos a termisztoros érzékelés. A termisztornak azt a tu-

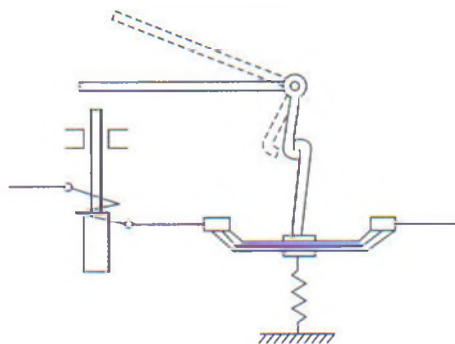


4.5.7. ábra. Úszókapcsoló működése

lajdonságát használják fel, hogy ha levegőből folyadékba merül, ellenállása ugrásszerűen emelkedik. A termisztort egy relé áramkörébe kapcsolják. Amíg a termisztor a levegőben van, a relé meghúzott állapotban van, ha a víznívó a termisztort eléri, az lehül, ellenállása nagymértékben megnövekszik, és a relé elenged.

Szilárd anyag szintjének mérését a tartálytól elszigetelt fémszondával lehet végezni. Amikor a fémszondához ér az anyag, a szonda leföldelődik, az ellenállása lecsökken. A bekövetkező ellenállás-változást erősítőn keresztül kapcsolókészülékekbe vezetik. A kapcsoló a változásnak megfelelő kapcsolást elvégzi.

5.6. Relék



4.6.1. ábra. Közvetlen működésű primer kioldó

A villamos kapcsolókészülékek zárszerkezeiteinek kioldásához meghatározott erőre van szükség, amelyet a kapcsoló áramkörébe iktatott, erre a célra szolgáló készülék közvetlenül vagy közvetve fejt ki. A zárszerkezet kioldásához szükséges erőt közvetlenül kifejtő készülékeket kioldóknak nevezzük. A kioldókat működésbe hozó segédáramkört érintkezőik zárásával vagy nyitásával relék vezérlik.

A kioldókart és a relét az áramkör valamely villamos jellemzőjének üzemi értékéhez képest bekövetkezett változás működteti.

A reléket a működtető tényezők fajtái alapján különböztetjük meg.

Áramrelé, amely az átfolyó áram erősségének változását érzékeli és annak hatására működik.

Feszültsérelé a feszültség változását érzékeli és annak hatására működik rendszerint akkor, ha a feszültség valamely értéket túllépi vagy valamely érték alá csökken.

Teljesítményrelé az ellenőrzött áramkör teljesítményét érzékeli, nagyságát és irányát felfogja, tehát bármelyik jellemző rendszeres megváltozásakor működésbe lép.

Impedancia-, ellenállás-, ill. reaktanciarelé az ellenőrzött áramkör felsorolt jellemzőinek változását érzékeli és rendszerint bizonyos érték alá csökkenésére működik.

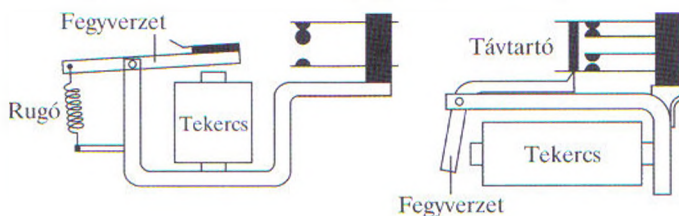
Frekvenciarelé a hálózat periódusszámát érzékeli és annak egy meghatározott értéktől való eltérését jelzi, és ennek hatására működik.

Az előbbi relék a hálózati jellemzők változását érzékelik, a következők a fellépő jelenségek hatására – ha azok tartósan fennállnak – bizonyos késéssel működnek.

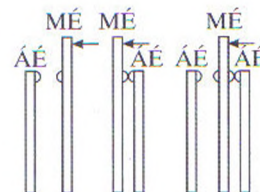
Ilyenek:

- a hőrelé az ellenőrzött áramkör vagy készülék melegedését valamilyen közvetett módon érzékeli és bizonyos hőmérséklet túllépésére működik,
- az időrelé más relék működésbe lépési idejét késlelteti,
- a segédrelé más relék működését előkészíti, segíti és kiegészíti.

Az elektromechanikus relék legfontosabb része a behúzótekercs, amely egy rögzített vasmagon van elhelyezve. Az átfolyó áram hatására a tekercs magához ránt egy elmozduló vasrészt, amellyel együtt mozognak a vele mechanikai kapcsolatban lévő érintkezők. Ezek szerkezetük szerint zárnak vagy nyitnak. A behúzótekercesek különböző feszültségekre és áramnemekre (egyen-, váltakozó) készülnek.



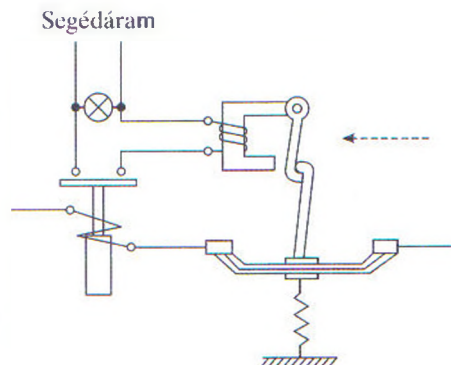
4.6.3. ábra. Relé elvi felépítése



4.6.4. ábra. Relé érintkezők

Érintkezők

Az elektromágneses relék legfontosabb részei az érintkezők. Helyzetük megváltoztatásával áramköröket zárnak és nyitnak. Általában az érintkezőpár egyik tagja álló-, a másik mozgó érintkező. Lehet az érintkezőpár mindkét tagja állóérintkező. Kapcsoláskor



4.6.2. ábra. Közvetett működésű primer kioldó

egy áthidaló, záró tag létesíti a kapcsolást. Ez kettős megszakítás. A morzeérintkezőnek két álló és egy mozgóérintkezője van. A mozgóérintkező egyik állásában az egyik állóérintkezővel, másik helyzetében a másikkal zár. Átkapcsolás jellegű feladatoknál használjuk. Az érintkezőkhöz forrasztással vagy csavarosan csatlakoztatunk.

A relé, mint erősítő

A relé tekercsbe bevezetett villamos teljesítmény rendszerint sokkal kisebb a érintkezők által kapcsolható teljesítménynél. A relé tehát a bevezetett jelet mintegy felerősíti. Az erősítés mértéke attól függ, hogy a kapcsolható teljesítmény hányszor nagyobb, mint a relé működtetéséhez (behúzótekercs) szükséges teljesítmény. Az erősítő jellegű reléket segédkapcsolóknak nevezzük.

A jelsokszorozás azt jelenti, hogy egy rendelkezőjel hatására a relé – érintkezőpárjainak számától függően – több áramkört zár és nyit. Az érintkezők száma 1 ... 20 között lehet. Az automatikában (elsősorban vezérlésnél) a reléknek ezt a képességét használjuk. A relétípust aszerint választjuk ki, hogy hány áramkört kell zárni vagy nyitni.

A relék nagy csoportját képezik a segédrelék, amelyek jelerősítést, jelsokszorozást végeznek.

A miniatűr relét a nagy kapcsolási teljesítmény, a szerelési helyzetre való érzéketlenség jellemzi.

Mikrokapcsolók

A vezérlő áramkörökben használunk igen kisméretű kapcsolókat, ezeket a kapcsolókat mikro- vagy paránykapcsolónak nevezik.

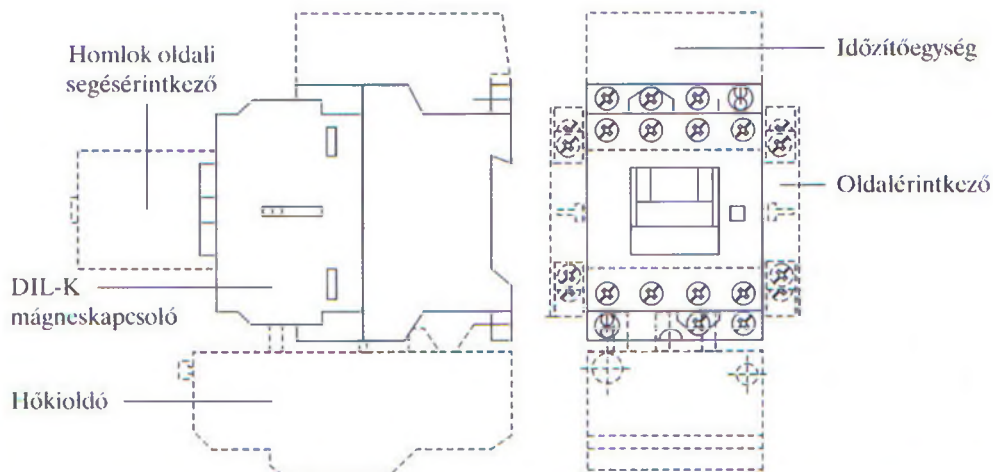
4.7. Korszerű kapcsolókészülékek

Nagyon sok készülékgyártó készít korszerű mágneskapcsolókat. Ilyenek pl. a GANZ KK Kft által gyártott mágneskapcsolók a DIL és a DIL-K típusjelű kapcsolók illetve ezek korszerűsített változataik.

A típusjelben a DIL betűk a Das Ist Lebensdauer szavak nagy élettartam kezdőbetűi a K betű jelentése a Kompakt (összerakó) szó kezdőbetűje. Korszerű kapcsolókészülékeket Magyarországon forgalomba hoznak a Legrand, a Schneider-Electric, stb. gyártó és forgalmazó cégek.

A kapcsolók kiválasztását részben a forgalmazó, gyártó cégek katalógusaiból (nyomtatott, elektronikus, CD stb.), részben a kereskedők, a szerelők tapasztalatai alapján lehet kiválasztani

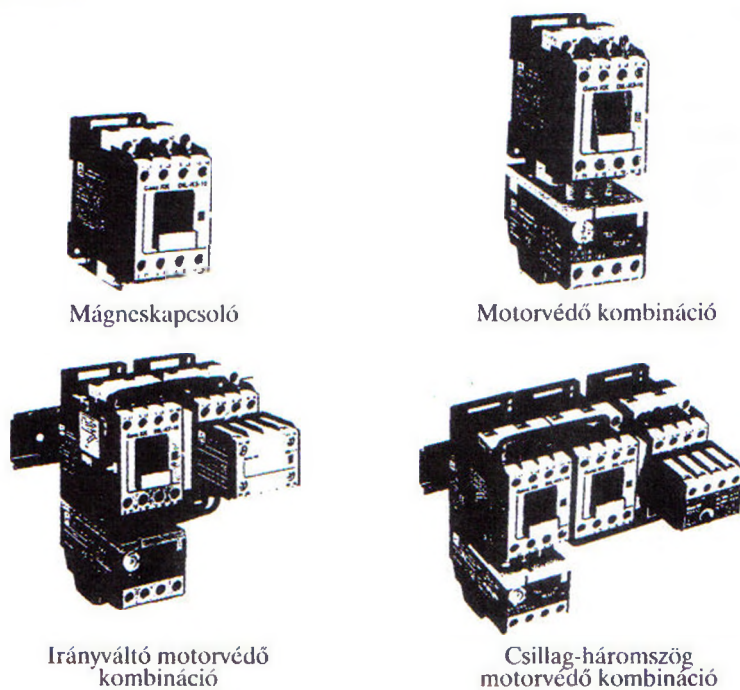
A DIL-K típusjelű kapcsolóból a hozzá dugaszolható kivitelben készült kiegészítő elemekből lehet összeállítani az egyes motorvédő kapcsoló kombinációkat (4.7.1. ábra). Az összeépítés előnye, hogy a sok változatból a felhasználónak csak a számára szükséges elemeket kell kiválasztani. A változtatási lehetőség nagy, a bővítéskor, átalakításhoz nem kell kicserélni az egész készüléket, hanem csak egyes elemeit (4.7.2. ábra).



4.7.1. ábra. DIL-K mágneskapcsoló és a hozzá kapcsolható (dugaszolható) kiegészítő elemek körvonalrajza

A kompaktkapcsolóhoz alkalmas egységek

Hőkioldó egység az adapter eltávolítása után az alapkapcsoló alsó részére dugaszolással csatlakoztatható.



4.7.2. ábra. A mágneskapcsolóból és a kiegészítő elemekből kialakított motorvédő kapcsoló kombinációk látszati képei

Pneumatikus időzítő egység

A homlokfelületre pattintott időzítő egység érintkezőinek működése a mágneskapcsoló meghúzása vagy elengedése után a beállított idővel késleltethető. Kisebb pontosság igényű, nem különleges környezeti feltételű helyeken jól használható. Az időzítés értéke forgógombbal állítható be. A működés ellenőrzésére a homlokoldalon elhelyezett nyomórúd szolgál.

Elektromechanikus (öntartó) reteszelő egység

Az elektromechanikus öntartó egységet a készülék homlokfelületére kell pattintani. Rendeltetése az, hogy a kapcsoló meghúzása után annak főérintkezőit zárva tartsa, miközben a tekercsről a gerjesztés lekapcsolható, így energiatakarékos üzemet valósítson meg.

Mechanikus reteszelő elem

Segédeszköz nélkül helyezhető két mágneskapcsoló közé. Feladata, hogy meggátolja a két kontaktor egyidejű-behúzását. Alkalmazható villamos reteszelés nélküli irányváltó, csillag-háromszög kombinációban és segédkapcsolóval felépített biztonsági kapcsolásban.

Kis jelszint kapcsolására alkalmas egység a mágnes tekercsre dugaszolható. Az egység egy kis segédrelé amely kis értékű áramok és feszültségek kapcsolására alkalmas.

IDŐRELÉ egység feladata a mágneskapcsoló késleltetése. A mágnes kapcsoló tekercs kivezetéseire kell erősíteni. Az egységben lévő tirisztor a beállított késleltetési idő elmúltával kezd vezetni és ezáltal kerül feszültség a kontaktor tekercsére.

Csatolóegység feladata a számítógépek, a PLC-k vagy más elektronikus készülékekből érkező kis szintű villamos jelekkel a mágneskapcsoló közvetlen vezérlése. A kontaktor csatlakozó kapcsaira kell erősíteni az egység kivezetéseit.

Túlfeszültség védelmi és zavaraszűrő egységek feladata, hogy a légköri és a kapcsolási túlfeszültségeket csökkentsék. Az egységet a kontaktor tekercs felső csatlakozókapcsaira lehet dugaszolni.

Kiegészítő elemek elhelyezése

A homlokfelületre pattintható:

- kettő- vagy négyérintkezős segédérintkező-egység,
- behúzás- vagy elengedés-késleltetésű pneumatikus időzítő egység,
- elektromechanikus reteszelő (öntartó) egység,
- csillag-háromszög átkapcsolást időzítő egység.

A felső oldalon a tekercselésekre csatlakoztatható:

- interface (csatoló) egység,
- kis jelszint kapcsolására alkalmas egység,
- meghúzás-késleltetésű időrelé,
- túlfeszültségvédő vagy zavaraszűrő egység.

Az oldalfelületekhez illeszthető:

- kétérintkezős segédérintkező egység,
- két mágneskapcsoló egyidejű működését egymáshoz mechanikusan reteszelő elem.

Az alsó csatlakozókapcsokra dugaszolható:

- hőrelé.

Működtetés, üzemeltetés

- váltakozó (12 ... 600 V 50/60 Hz) vagy egyenfeszültségű (12 ... 250V) működtető tekercsek,
- váltakozó vagy egyenárammal terhelhető főáramutak,
- a vezérlés huzalozásában előnyös három tekercskivezetés (A1, valamint alul és felül A2),
- építési nagyságoként azonos (a típusjeltől és névleges feszültségtől független) méretű vezérlő tekercsek.

A motorvédőt a mágneskapcsolóhoz kapcsolva motorvédő kombinációt kapunk.

Az összeépítés lehetőségeit 4.7.1. és 4.7.2. ábrák mutatják.

Kapcsolók kiválasztása

A motorvédő kapcsolók kiválasztása gondos tervezői munkát igényel. A kapcsoló nagyságát és a kiegészítő tartozékait a védendő motor feladatának megfelelően kell kiválasztani. A kapcsoló nagysága után kell a tokozásról gondoskodni. A motorvédő kapcsolókombináció alapkészülékét a mágneskapcsolót keressük meg a katalógusban a kapcsolási áram és a kapcsolási ciklusok alapján. A mágneskapcsolókat a gyártóműben kialakult gyakorlatnak megfelelően nagy betűkből és számokból álló betűkombinációkkal jelölik.

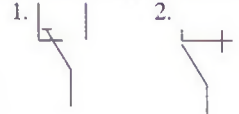
A GANZ KK Kft által gyártott (kompakt kapcsoló amely csak három főtut és egy segédérintkezőt tartalmaz). DIL-K betűcsoport utáni szám a kapcsoló nagyságát jelenti, ez alapján a DIL-K4 kapcsoló 4kW teljesítmény kapcsolására alkalmas.

A motorvédő kapcsolókhoz a mágneskapcsolók kiválasztásához a kapcsoló gyártók rendkívül sokoldalú katalógus és tervezési segédletet adnak a felhasználóknak. Jelenleg sok gyártómű CD lemezen is megadja a kiválasztáshoz szükséges adatokat.

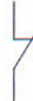
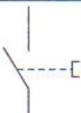
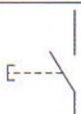
A mágneskapcsolók élettartamát (tartósságát) a motor megszakított (kikapcsolási) árama határozza meg.

4.7.1. táblázat

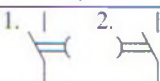
Kisfeszültségű kapcsolók rajzjelei

Jel	Jelmagyarázat
	Záróérintkező
	Váltóérintkező, előbb bontó, azután záró
	Váltóérintkező, átlapoló mozgóérintkezővel, előbb záró azután nyitó

4.7.1. táblázat folytatása

Jel	Jelmagyarázat
	Kettős bontóérintkező
	Olyan záróérintkező, amely később működik az érintkező csoporton belül
	Bontó- (nyitó) érintkező
	Középállású, kétirányú érintkező, bontott állapotban
	Kettős záróérintkező
	Olyan záróérintkező, amely előbb működik az érintkező csoporton belül
	Olyan bontóérintkező, amely később működik az érintkező csoporton belül
	Kézi működtetésű kapcsoló, általános jel
	Húzókapcsoló, nem reteszeltető
	Egypólusú n-állású kapcsoló n = 6 esetében ábrázolva
	Nyomókapcsoló, nem reteszeltető

4.7.1. táblázat folytatása

Jel	Jelmagyarázat
	Forgókapcsoló, reteszeltető
	Kézi működtetésű, négyállású négyáramkörös kapcsoló
	Működtetőkészülék, általános jel
	Késleltetett meghúzású relé tekercse
	Késleltetett elengedésű relé tekercse
	Gyors meghúzású és elengedésű relé tekercse
	Meghúzásra késleltetett záróérintkező
	Meghúzásra és visszaállásra késleltetett záróérintkező
	Visszaállásra késleltetett bontóérintkező
	Érintkezőcsoport nem késleltetett záróérintkezővel, visszaállásra késleltetett záróérintkezővel és meghúzásra késleltetett bontóval
	Önvisszaálló záróérintkező
	Bentmaradó záróérintkező
	Önvisszaálló bontóérintkező
	Középállású, kétirányba működtethető érintkező, amely bal oldal irányban önvisszaálló, a jobb oldali irányba pedig bentmaradó

Ellenőrző kérdések

1. Hogyan oszthatók fel a kisfeszültségű kapcsolókészülékek?
2. Hol alkalmazzuk a kamrás és görgős kapcsolókat?
3. Mi a szakaszoló feladata?
4. Milyen kisfeszültségű terheléskapcsolót ismer? Mi ezek közös jellemzője, miben térnek el egymástól?
5. Mi a kontaktorok feladata? Miben különböznek a terheléskapcsolóktól?
6. Mi a kisfeszültségű védőkapcsolók feladata? Miben különböznek a kontaktoroktól?
7. Milyen motorvédő kapcsolókat ismer? Hogyan működnek?
8. Mi a megszakító feladata? Miben különbözik az eddig ismert kapcsolókészülékektől?
9. Mi a hőkioldó szerepe, feladata?
10. Milyen elv alapján működnek a relék?
11. Mi a kioldók szerepe, feladata?
12. Milyen nyomógomb-típusokat ismer?
13. Mi az úszó- és nyomáskapcsolók feladata?

5.

Villamos gépek

Transzformátorok

- egy- és háromfázisú transzformátorok szerkezeti felépítése
- vasmag-típusok
- tekercselési módok
- működésük, üzemi állapotaik
- tekercsek kapcsolásai, kapcsolási csoportok
- egyszerű számítási feladatok
- különleges transzformátorok, működésük, alkalmazásuk
- szerelési előírásaik
- feszültségváltók
- áramváltók
- hegesztőtranszformátorok

Transzformátorok jellegzetes meghibásodásai

Egyenáramú gépek

- szerkezeti felépítés
- gerjesztések fajtái
- alkalmazási területeik
- vezérlési kapcsolásaik
- egyenáramú motorok működése
 - üzemi tulajdonságaik
 - indításuk
 - fordulatszám változtatásuk
 - forgásirányváltásuk
- egyenáramú generátorok működése
 - üzemi tulajdonságaik
 - egyenáramú gépek jellegzetes meghibásodásai

Szinkrongépek

- szerkezeti felépítés
- működési elve
- szinkronmotorok alkalmazási területei
- energiaátalakítások szinkrongenerátorral

Aszinkrongépek

- szerkezeti felépítése
- fajtáik
- működési elve
- üzemállapotaik, jellemzőik
- indítási módok
- vezérlési kapcsolások
- szabványelőírások a motorvédelmekre

Aszinkrongépek jellegzetes meghibásodásai

Különleges forgógépek

- univerzális motorok
- törpemotorok
- egyéb különleges forgógépek

5.1. A villamos gépek fogalma, felosztása

A villamos gépek feladata a villamos energia átalakítása valamilyen más energia-formává. Az átalakított energia megjelenése lehet: mágneses, hő, mechanikai, fény, hang stb.

Átalakíthatunk például villamos energiát mechanikai energiává vagy mechanikai energiát villamos energiává.

Azokat a villamos gépeket, amelyek villamos energiát alakítanak át mechanikai energiává, *motoroknak*, amelyek mechanikai energiát alakítanak át villamos energiává, *generátoroknak* nevezzük.

A villamos gépek egy másik jelentős csoportját képezik azok, amelyek villamos energiát villamos energiává alakítanak át, ilyenek pl. a *transzformátorok*.

A villamos gépeket többféle módon is csoportosíthatjuk:

a) Energiaátalakítás módja szerint:

- generátorok (dinamók),
- motorok,
- átalakítók.

b) Áramnem szerint:

- egyenáramú gépek (motorok, generátorok),
- váltakozó áramú gépek
(szinkrongenerátorok, motorok),
(aszinkron motorok),
(váltakozóáramú kommutátoros motorok).

c) Fázisszám szerint:

- egyfázisú,
- többfázisú gépek.

5.2. Transzformátorok

A transzformátor magyar mérnökök találmánya név szerint: Bláthy Ottó Titusz, Déri Miksa és Zipernowsky Károly. A feltalálók 1885-ben szabadalmaztatták a transzformátor gyártását. A transzformátor tulajdonképpen átalakítót, átformálót jelent, ebben az esetben a villamos energiát alakítja át. Általában feszültség átalakítást végzünk a transzformátorral, amennyiben pl. nagyobb feszültség értékről kisebb feszültség értékre transzformáljuk a villamos energiát.

A transzformátor alkalmazása teremtette meg a villamos energia erőteljes fejlődését, e nélkül nem tudnánk nagy távolságokra szállítani a villamos energiát.

Egy- és háromfázisú transzformátorok szerkezeti felépítése

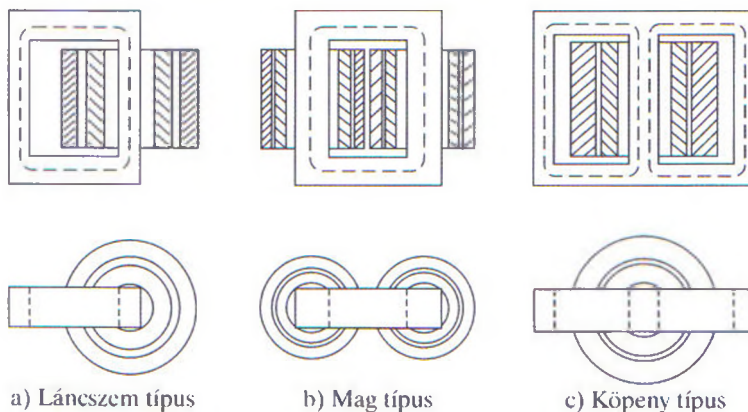
A transzformátorok általános felépítése: vastest, amely körül kellően szigetelt tekercsek helyezkednek el. A tekercsek általában nagyobb feszültségű és kisebb feszültségűek lehetnek.

Megkülönböztetünk *egyfázisú transzformátort*, amely vasmagból és legalább két tekercsből áll, a bevezetett villamos energiát két hálózati vezetővel csatlakoztatjuk. Valamint *többfázisú transzformátort*, amely ugyancsak vasmagból, és tekercsekből áll, valamint legalább három hálózati vezető csatlakozik az átalakító tekercsekhez.

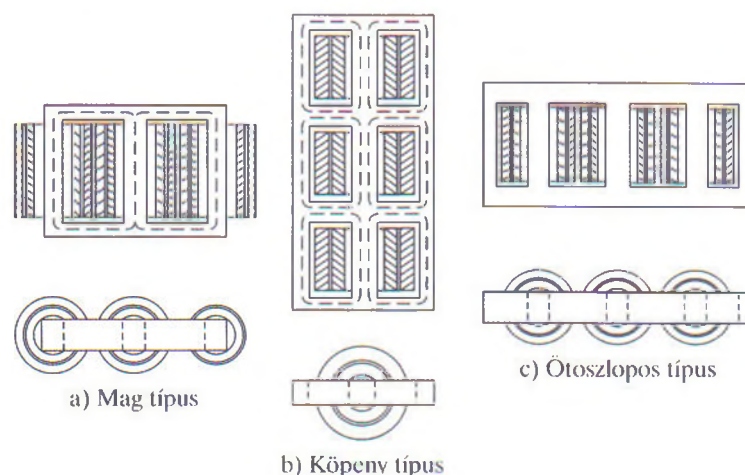
Vasmagtípusok

A vastest kialakítása és a tekercsek kapcsolata alapján az egyfázisú transzformátorok lehetnek (5.2.1. és 5.2.2. ábra a, b, c, az ábrák metszetben és felülnézetben készültek).

- lánctípusú, a vastest egyik oszlopán helyezkednek el a tekercsek,
- magtípusú, a vastest mindkét oszlopán megtaláljuk a tekercseket,
- köpenytípusú transzformátorok, a vastest középső oszlopán vannak a tekercsek.



5.2.1. ábra. Egyfázisú vasmagtípusok



5.2.2. ábra. Háromfázisú vasmagtípusok (a, b, c)

Az egyfázisú transzformátorok *láncszem* típusánál csak az egyik függőleges rész tekinthető oszlopnak, mert csak azon van tekercs (5.2.1. a. ábra). A másik függőleges rész járomként szerepel.

A *mag* típusúnál, a vasmag két oszlopára fele-fele arányban osztják el a kisebb és a nagyobb feszültségű tekercseket. Az 5.2.1. b. ábrán látjuk, hogy a két tekercs közepes átmérője kisebb, mint a láncszem típusnál, a menetek rövidebbek, kevesebb tekercselési anyag szükséges hozzájuk.

A *köpeny* típusúnál a két járom úgy veszi körül az oszlopon elhelyezkedő tekercseket, mintha azok egy köpenyt képviselnének. Az 5.2.1. c. ábrán látjuk, hogy a két szélső járom vasmag keresztmetszete fele-fele az oszlop keresztmetszetének.

A háromfázisú transzformátorok vasmagjai: mag, köpeny és ötoszlopos kivitelűek.

Háromfázis esetén leggyakrabban *mag* típust alkalmaznak (5.2.2. a. ábra).

Köpeny típust ritkán alkalmaznak, ebben az esetben az egyes fázisok tekercsei által létrehozott fluxusok egymástól függetlenül alakulnak ki (5.2.2. b. ábra).

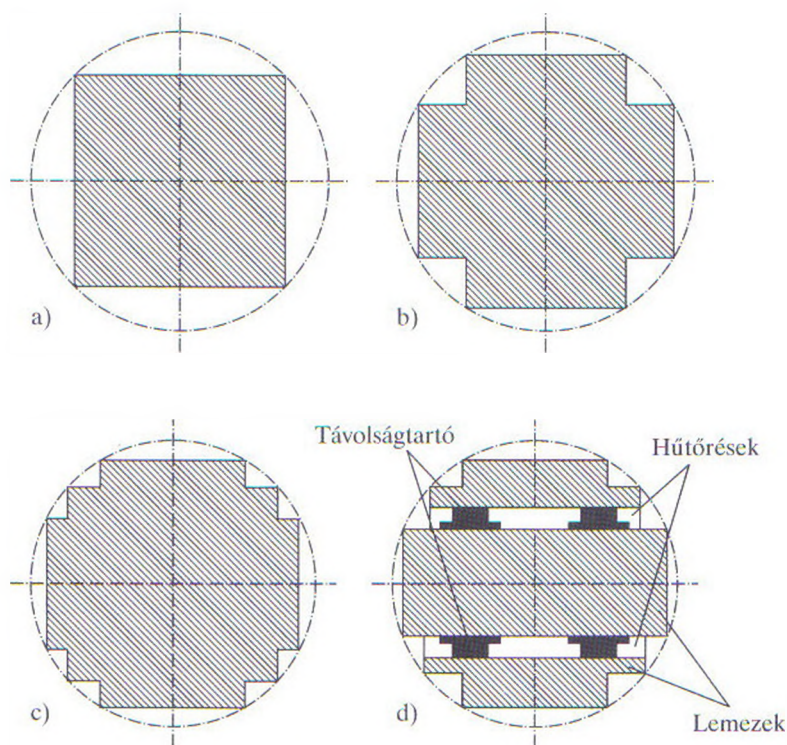
Az *ötoszlopos* típus (5.2.2. c. ábra) elnevezés lényegében helytelen, csak a három közép elhelyezkedő oszlopon van tekercs, a két szélső járom. Ennél a megoldásnál mindhárom fázis fluxusai két irányban záródnak, ezért a felső és az alsó járom alacsonyabb lehet. Az alacsonyabb jármok miatt, alacsonyabb transzformátorok készíthetők és a vasúti, közúti szállításuk egyszerűbb.

A vasmagok lemezeltek, amelyek anyaga szénszegény szilícium ötvözetű acél, Si tartalma 3...4,5%. Melegen vagy hidegen hengerelik és a vastagsága 0,3...0,5 mm.

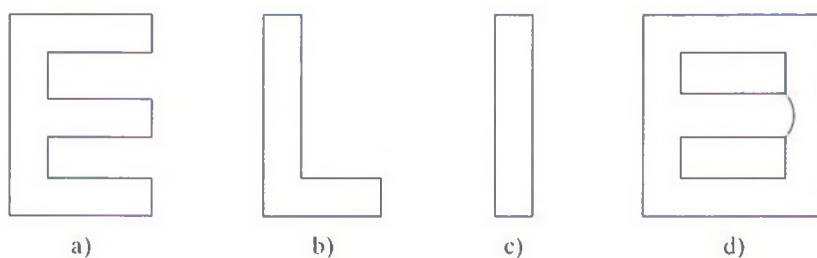
A vékonyabb lemezek (0,35 mm) veszteségi száma kisebb $\nu_{10} = 1,1$ W/kg, a vastagabbaké (0,5 mm) nagyobb, 1,45 W/kg.

A hidegen hengerelt lemezek a hengerlés irányában jobban vezetik a mágneses erővonalakat, kevésbé hullámosak, kisebb a veszteségi számuk, $\nu_{10} \approx 0,6$ W/kg.

A melegen hengerelt lemezek mindkét irányba jól vezetnek a mágneses erővonalakat, azonban hullámosabbak. A vasmagokat az örvényáramok kialakulásának csökkentése miatt lemezelik, a lemezeket egymástól elszigetelik. A szigetelés papír, lakkréteg vagy valamilyen más, pl. kerámia alapú, szigetelőanyag lehet.



5.2.3. ábra. Vasmagkeresztmetszetek



5.2.4. ábra. Lemezalakok

A vasmagok lehetnek:

- négyzög (5.2.3. a. ábra),
- kört közelítő keresztmetszetűek (5.2.3. b., c., d. ábra).

A lemezek E, L, I, M alakúak (5.2.4. a, b, c, d. ábra).

Kis transzformátorok többnyire egyfajta lemezből és állandó keresztmetszettel készülnek.

A hidegen hengerelt transzformátorlemezeket szalag formájában is készítik, ezeket feltekercselik a szükséges keresztmetszetnek megfelelően. A villamos tekercset vagy a vasmag köré tekercselik, vagy a vasmagot kettévágják, az illeszkedő felületeket felcsi-

szolják. A kettévágott vasmagra ráhúzzák az előre elkészített tekercseket, majd a két vasmag részt összeszorítják, ezt a megoldást kisebb, néhányszor 100 W teljesítményig alkalmazzák.

A nagyobb transzformátorok vasmagjai a kört jól megközelítő keresztmetszetűek. Ezt úgy érik el, hogy az oszlopot alkotó lemezek különböző szélességűek. A lépcsők száma 7...8-nál nem lehet több, mert nem lenne gazdaságos a gyártás.

A nagyobb – 300–400 mm – átmérőjű oszlopok közé hűtőréseket iktatnak be, amelyeket úgy érnek el, hogy a lemezcsoomagok közé szigetelőanyagból készült, távolságtartókat helyeznek (5.2.3. d. ábra).

A lemezeket átlapoltan illesztik egymáshoz, ezáltal a mechanikai szilárdságot növelik, valamint jobb lesz a mágneses vezetés. A lemezeket össze kell szorítani, a szorítást csavarokkal végzik. A csavarokat a lemezektől el kell szigetelni, nehogy az örvényáramok azokon keresztül záródjanak. A csavarokra szigetelőanyagból készült csöveket húznak, az anyák alá szigetelőanyagból készült alátéteket alkalmaznak. A jármok összeszorításához szigetelőanyagból készült szorítóelemeket, nagyobb transzformátoroknál olajban kifőzött keményfát, illetve profilacélból készült szorítógerendát alkalmaznak.

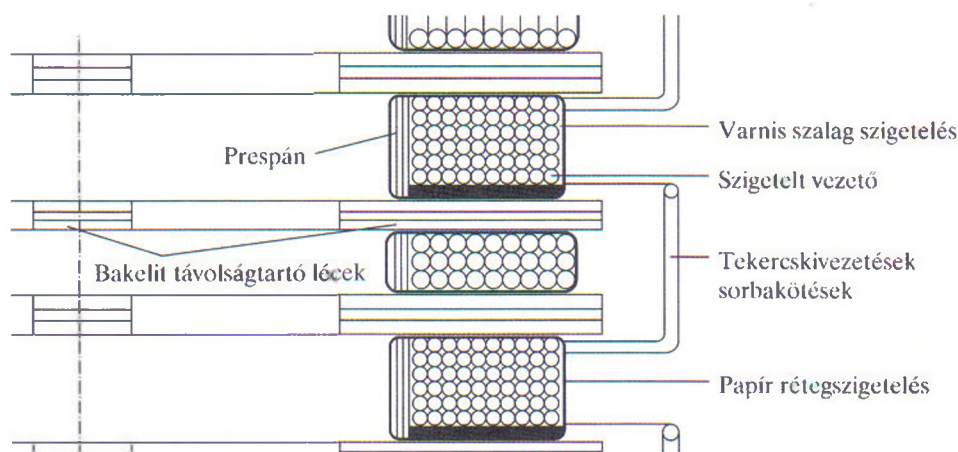
Tekercselési módok

A transzformátor tekercseket anyaguk és alakjuk szerint különböztetjük meg. Anyaguk szerint lehetnek alumínium és réz alapúak, keresztmetszetük szerint kör vagy négyszög alakúak.

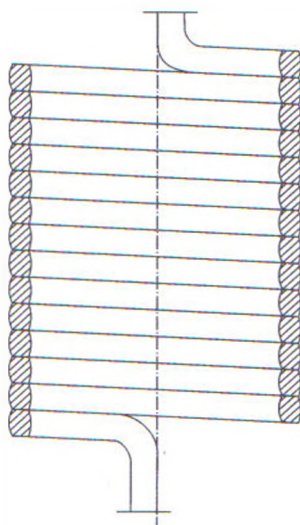
A tekercsek szigetelése: zománc, lakk, műanyagalapú bevonat, papír, pamut illetve ezek kombinációi.

A tekercsek kivitel szerint hengeres vagy tárcsa alakúak (5.2.5.; 5.2.6. és 5.2.7. ábra). A hengeres kialakításúakat – többnyire – a kisebb feszültségű tekercseknél alkalmazzák, míg a tárcsás kialakítást a nagyobb feszültségű tekercsek esetében.

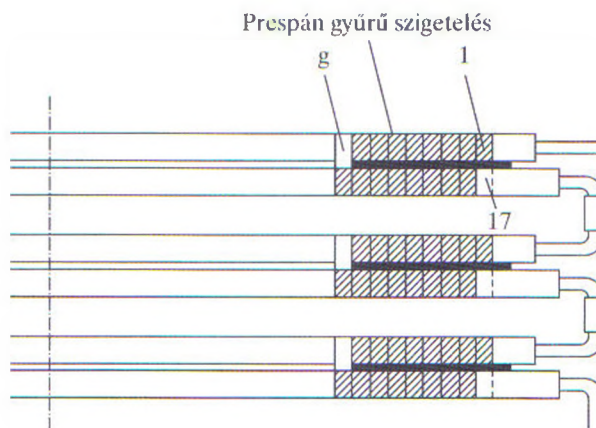
Hengeres kivitelnél a nagyobb és a kisebb feszültségű tekercseket egymásba tolják. A tekercses elrendezésnél a nagyobb és a kisebb feszültségű tekercseket felváltva helyezik el. A váltakozva elhelyezett tekercsek fluxusai jobban kapcsolódnak egymáshoz, kisebb lesz a szórt fluxus és a szórási reaktancia értéke.



5.2.5. ábra. Tárcsás tekercs



5.2.6. ábra. Egy rétegű spirális tekercs

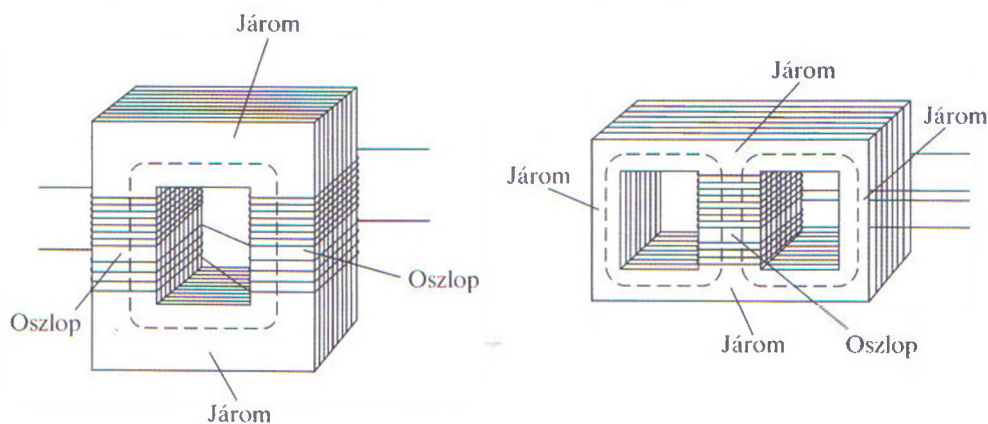


5.2.7. ábra. Tárcsákra osztott hengeres tekercs

Transzformátorok működése, üzemállapotaik

A transzformátor, mint láttuk, zárt vasmagból és tekercsekből áll. A vasmag jól mágnesezhető vasanyagból, lemezelt kivitelben készül. A vasagnak azon része, amelyiken a tekercsek vannak, az oszlop vagy oszlopok, míg a mágneskör többi része a járom (5.2.8. ábra).

Attól függően, hogy a két tekercsrendszer közül melyikbe vezetjük az átalakítandó, és melyikről vesszük le az átalakított villamos energiát, mondhatjuk, hogy az első a *primer*, a második a *szekunder* tekercs. Az N_1 jelű *primer* tekercs a hálózathoz teljesítményt vesz fel, az N_2 menetszámú *szekunder* tekercs teljesítményt szolgáltat.



5.2.8. ábra. Mag és köpenytípusú transzformátor oszlop és járom

A tekercseket feszültség szintjük szerint is jelölhetjük: nagyobb és kisebb feszültségű tekercsként.

A primer tekercsre kapcsolunk szinuszos, f frekvenciájú, U_1 nagyságú feszültséget és a szekunder tekercs kapcsait hagyjuk szabadon. Az U_1 feszültség hatására a I_g gerjesztő áram folyik a primer tekercsben. A tekercsben folyó I_g áram és a N_1 primer menetszám szorzata $I_g N_1$ gerjesztés, szinuszosan váltakozó mágneses erőteret, maximálisan, Φ_m fluxust hoz létre.

Ez a fluxus a primer tekercsben

$$U_{11} = 4,44 \cdot N_1 \cdot \Phi_m \cdot f$$

míg a szekunder tekercsben:

$$U_{12} = 4,44 \cdot N_2 \cdot \Phi_m \cdot f$$

nagyságú feszültséget indukál. A két egyenletet egymással elosztva:

$$a = \frac{U_{1n}}{U_{2n}} = \frac{N_1}{N_2},$$

amely a transzformátor feszültség és menetszám áttételét adja és a transzformátorra jellemző érték. Háromfázisú transzformátoroknál meg kell különböztetni a feszültség és a menetszám áttételt, mert a kettő nem mindig egyenlő a csillag-háromszög, kapcsolások miatt.

A transzformátorok üzemiállapotai

Az üzemiállapotok lehetnek:

- üresjárás,
- terhelés,
- rövidre záras.

Amennyiben a transzformátor szekunder tekercseire nem kapcsolunk fogyasztót, akkor a szekunder tekercsekben nem folyik áram, ezt nevezzük *üresjárási* állapotnak.

A primer tekercsekben folyó áram az üresjárási áram:

$$I_0 = \frac{U_1}{Z_0},$$

ahol:

I_0 az üresjárási áram,

Z_0 az üresen járó transzformátor primer tekercsének impedanciája,

U_1 a primer tekercsre jutó feszültség.

$$Z_0 = \sqrt{R_0^2 + X_0^2},$$

de R_0 igen kis értéke miatt elhanyagolható, tehát $Z_0 \approx X_0$.

Az üresjárási állapotban lényegében az átmágnesezéshez szükséges energiát veszti fel a transzformátor (5.2.9. ábra).

A transzformátor szekunder kapcsaira fogyasztót kapcsolva, az U_{i2} indukált feszültség, I_2 terhelőáramot hajt keresztül a tekercsken. A I_2 áram gerjeszt egy Φ_2 fluxust, amely a Φ_1 fluxussal ellentétes, és ennek hatására az erővonalak egy része kiszorul a vastestből. Ennek következtében a primer tekercsben csökken az önindukciós feszültség. Így a hálózati feszültség és az indukált feszültség közötti különbség nő, amely feszültségkülönbség a primer tekercsen nagyobb áramot hajt keresztül. Tehát a szekunder áram változását a primer áram változása követi.

A transzformátorból a szekunder oldalon, nagyobb energia mennyiséget csak a primer oldalon a hálózathoz felvett nagyobb energiamennyiség biztosítja.

A terhelés hatására a szekunder tekercsen átfolyó áram hatására feszültségesés jön létre ezért csökken a szekunder kapcsolófeszültség.

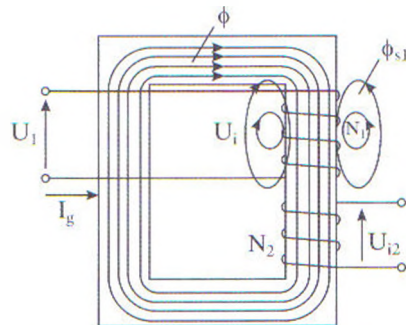
A terhelési állapotot jellemző ábra (5.2.10. ábra).

Rövidzárási állapotot mérési célra hozunk létre úgy, hogy a szekunder tekercsek kivezetéseit igen kis ellenállású vezetőkkel összekötjük. A primer és a szekunder tekercsek által létrehozott mágneses terek egymást, ekkor, lényegében kiszorítják a vastestből. Ennek az lesz a következménye, hogy a primer tekercsben folyó áramot, gyakorlatilag csak a primer tekercs ohmos ellenállása korlátozza. A mérési eredmény alapján megállapítjuk, hogy a névleges feszültséghez mekkora zárlati áram alakulhat ki. Zárlati állapotban igen nagy áram fejlődhet ki, amely a transzformátor tekercseit, valamint a szerkezet egyéb részeit tönkretetheti.

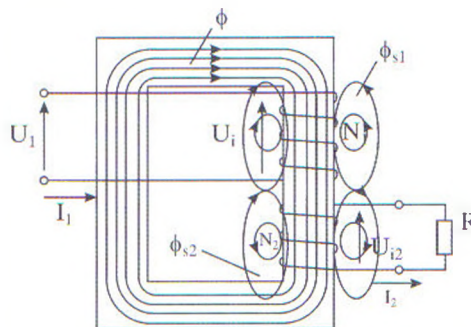
Egyes különleges célú transzformátorok üzemi állapota a rövidrezárt kapcsolás, ilyenek a hegesztő transzformátorok, az áramváltók, ezeket természetesen ezeknek a céloknak megfelelően méretezik.

A transzformátorokat, a fogyasztók által igényelt teljesítmény miatt, valamint gazdaságossági megfontolásokból párhuzamosan is kapcsolják. A párhuzamos kapcsolás egyik feltétele a közel azonos rövidre zárási feszültség, a drop feszültség (a drop angol szó, jelentése csökkenés).

A rövidre zárási feszültséget úgy határozzuk meg, hogy a szekunder oldal tekercs kivezetéseit rövidre zárjuk. A primer oldalra szabályozott feszültséget kapcsolunk, melyet addig növelünk, amíg a primer oldal névleges áramát el nem érjük. Azt a feszültséget,



5.2.9. ábra. A transzformátor üresjárása



5.2.10. ábra. A transzformátor terhelése

amit ennél az áramértéknél mérünk, rövidzárási feszültségnek, dropfeszültségnek nevezzük. A transzformátor rövidzárási feszültségét névleges feszültség százalékában adják meg.

$$\varepsilon_{\%} = \frac{U_z}{U_n} \cdot 100\%,$$

ahol:

$\varepsilon_{\%}$ a százalékos rövidzárási feszültség (drop),

U_z a névleges áramhoz tartozó rövidzárási feszültség,

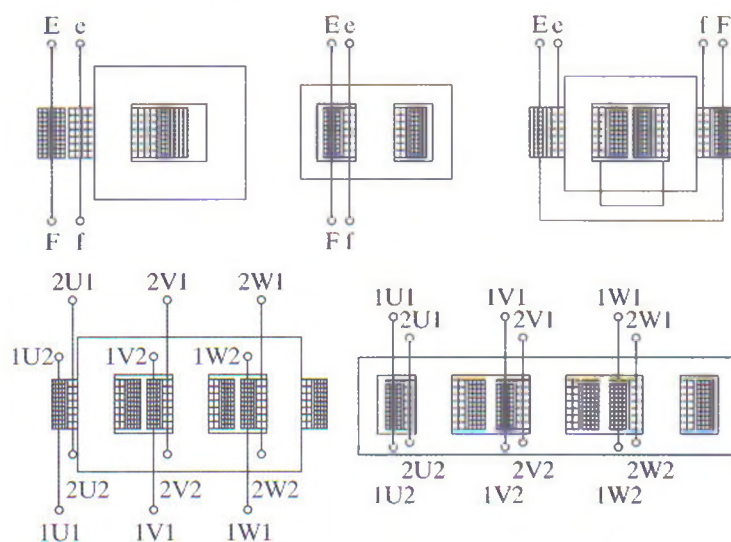
U_n a transzformátor tekercseinek névleges feszültsége.

A dropfeszültség értéke erőátviteli transzformátoroknál 4...10%, kisebb transzformátoroknál 3...5%.

Transzformátor tekercsek kapcsolásai, kapcsolási csoportok

A transzformátor tekercsek kivezetéseit, tekercs végeit, *egyfázisú* transzformátoroknál a nagyobb feszültségű oldalon E, F betűkkel, a kisebb feszültségű oldalon e, f betűkkel jelöljük.

Háromfázisú transzformátoroknál a tekercsvégeket régebben, A, B, C, illetve a,b,c betűkkel, esetleg x,y,z, betűkkel jelölték. Az új jelölési mód a nagyobb feszültségű oldalon a tekercsek kezdő végei 1U1, 1V1, 1W1, a végző végek 1U2, 1V2, 1W2, míg a kisebb feszültségű oldalon a kezdő végek 2U1, 2V1 és 2W1, a végző végek 2U2, 2V2, 2W2 betű és szám kombinációk (5.2.11. ábra).



5.2.11. ábra. Transzformátor tekercsek kivezetései

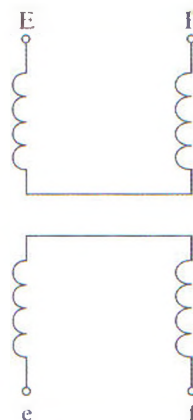
Egyfázisú transzformátor tekercseinek kapcsolása

Az egyfázisú transzformátorok által táplált hálózatok lehetnek két, illetve három-vezetősök.

A kétvezetős hálózatokat tápláló transzformátor tekercsek, többnyire mag-típusúak, itt a tekercseket megfelelően, az egyik illetve a másik oszlopon helyezik el (5.2.12. ábra).

A két oszlopon lévő tekercset egymással sorba kötik. A tekercsek sorba kötésénél vigyázni kell, hogy az egyik tekercs kezdő végét a másik tekercs végző végével kössük össze. Így a két oszlopon lévő tekercs által létesített fluxus, egymást segíti.

A háromvezetős hálózatokat tápláló transzformátorok tekercsei ugyancsak megoszthatók, a tekercsvégek összekötésénél itt is vigyázni kell a helyes csatlakoztatásra. A szekunder oldali három kivezetés közül kettő fázisvezetőnek egy pedig nulla vezetőknek minősül. Az oszlopokon lévő tekercsek lényegében egy-egy fázist látnak el. Amennyiben a két tekercs terhelése nem egyenlő, a két tekercs közül a kisebbik tekercs feszültsége jelentősen megemelkedhet. A megemelkedett feszültség olyan nagy lehet, hogy a rákapcsolt fogyasztókat tönkre teheti.



5.2.12. ábra. Egyfázisú transzformátor tekercseinek kapcsolása

A háromfázisú transzformátorok tekercseinek kapcsolása

A tekercseket köthetjük:

- csillagba, rajz jele, Y
- háromszögbe, rajz jele, Δ
- a kisebb feszültségű oldalt, zeg-zugba, rajz jele z.

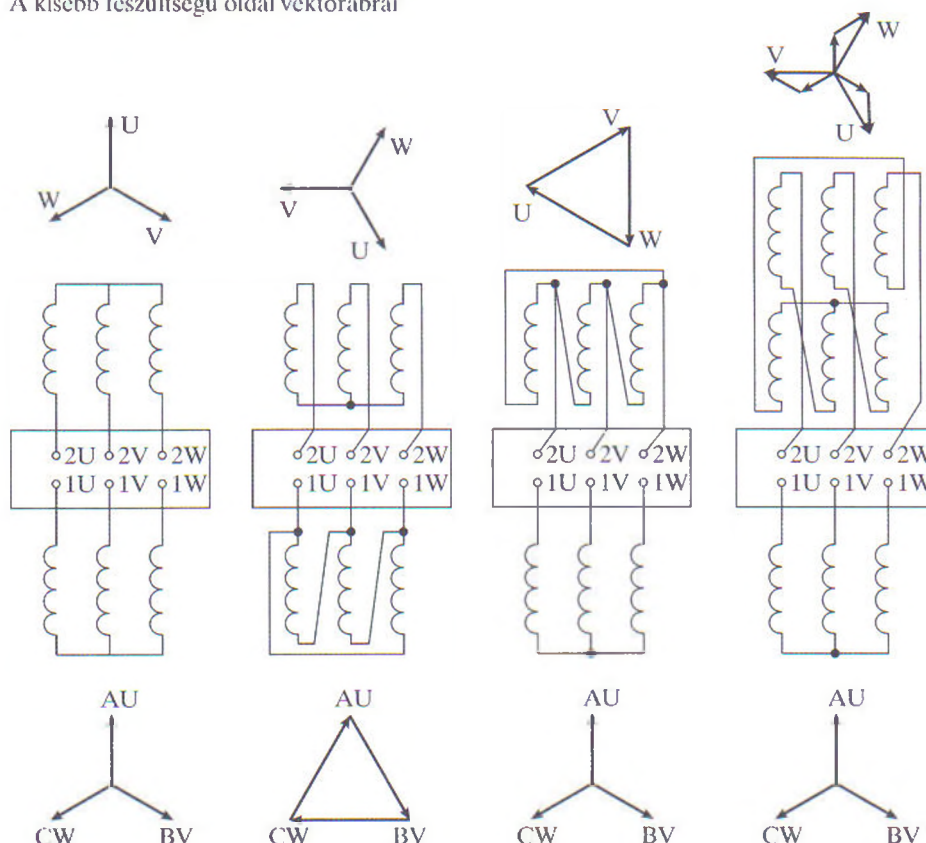
A tekercsek *csillagkapcsolásakor*, a tekercsek három külön oszlopon helyezkednek el. A tekercskivezetések kezdő végei a hálózathoz kapcsolódnak, míg a végző végeket egymással összekötik. Az összekötött tekercsvégek alkotják a csillagpontot és a nulla kivezetést.

Bármely fázisvezető és a nulla (csillagpont) vezető között fázisfeszültséget, míg bármely két fázisvezető között vonali feszültséget kapunk. A kisfeszültségű hálózat jelenleg $3 \times 400/230$ V-os, ebben a rendszerben tehát a vonali feszültség 400 V, a fázisfeszültség 230 V.

A tekercsek kapcsolásai alapján a transzformátorokat betű és számjelekkel látják el. A nagyobb feszültségű oldalt nagybetűkkel D, Y a kisebb feszültségű oldalt kisbetűkkel d, y, z, valamint 0, 5, 6, 11 számokkal jelölik. A D, d betű a három-szög kapcsolást, a Y, y betű a csillagkapcsolást, a z betű a zeg-zug kapcsolást jelöli. A számjegyek a primer és a szekunder feszültségek közötti szögeltérést, a számjegyeiktől függően $0-30^\circ$, $5-30^\circ$, $6-30^\circ$, $11-30^\circ$ -os eltérést jelentik.

A háromfázisú tekercsek kapcsolásai (5.2.13. ábra).

A kisebb feszültségű oldal vektorábrái



A nagyobb feszültségű oldal vektorábrái

A kapcsolási csoportok jelölései: Yy 0 Dy 5 Yd 5 Yz 5

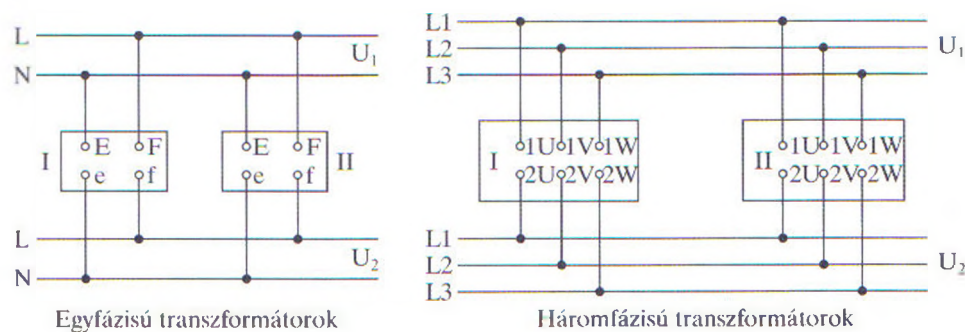
5.2.13. ábra. Háromfázisú transzformátor-tekercsek kapcsolásai

Transzformátorok párhuzamos kapcsolása

Amennyiben egy transzformátor teljesítménye nem tudja kielégíteni a fogyasztói teljesítmény igényeket, akkor két vagy több transzformátort kell párhuzamosan kapcsolni (5.2.14. ábra).

Ahhoz, hogy az I. és a II. jelű transzformátorok párhuzamosan kapcsolhatók legyenek, a következő feltételeknek kell teljesülniük:

1. A szekunder oldalon azonos nagyságú feszültség. ($U_{2II} = U_{2I}$)
2. Megegyező százalékos rövidzárási feszültség ($\epsilon_{2II} = \epsilon_{2I}$). A transzformátorok rövidzárási feszültségei legfeljebb 10%-al térhetnek el egymástól.
3. Az adott primer feszültséghez tartozó szekunder feszültség fázishelyzetének azonossága. Ezt a feltételt az azonos kapcsolási csoportba tartozó transzformátorok teljesítik.
4. Megegyező fázissorrendben csatlakozzanak a hálózatra.



5.2.14. ábra. Transzformátorok párhuzamos kapcsolása

A gyakorlatban a 2. feltételt nem lehet pontosan teljesíteni, mert a teljesítmény változásával a drop is változik.

A tapasztalatok szerint elfogadható párhuzamos üzem akkor valósítható meg, ha a névleges teljesítmények aránya nem nagyobb háromnál.

Számítási feladatok

Egyfázisú transzformátor.

A transzformátor tekercs impedanciája két részből áll, a tekercs ohmos ellenállásából, (rezisztivitása) R , amelyet valamint az induktív reaktanciából X_L .

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

A tekercsben folyó áramot a feszültség és az impedancia hányadosa határozza meg: A transzformátor áttételét a feszültségek, a menetszámok és az áramok ismeretében

$$I = \frac{U}{Z} \quad \text{vagy} \quad I = \frac{S}{U}$$

számolhatjuk ki.

$$a = \frac{U_1}{U_2} \quad \text{vagy} \quad a = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{vagy} \quad a = \frac{I_1}{I_2}$$

Példa:

1. Mekkora az áttétele annak az egyfázisú transzformátornak, melynek feszültségei:

$$U_1 = 10000 \text{ V}, U_2 = 400 \text{ V}.$$

$$a_v = \frac{U_1}{U_2} = \frac{10000}{400} = 25$$

2. Mekkora az áttétele annak az egyfázisú transzformátornak, melynek menetszámai:

$$N_1 = 1000 \text{ menet}, N_2 = 200 \text{ menet és áramai:}$$

$$I_1 = 15 \text{ A}, I_2 = 75 \text{ A}.$$

$$a_{\text{menet}} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1000}{200} = 5$$

$$a_1 = \frac{I_2}{I_1} = \frac{75}{15} = 5$$

3. Egyfázisú transzformátor adatai a következők: névleges teljesítménye $S_n = 5000 \text{ VA}$, névleges feszültségei $U_{n1} = 400 \text{ V}$, $U_{n2} = 24 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$. A rövidzárási veszteség $P_m = 92 \text{ W}$. A drop értéke, $\varepsilon_{\%} = 5\%$. Mekkora a transzformátor primer oldali árama I_{n1} , a rövidzárási feszültsége U_{z1} és a primer tekercs ellenállása R_{t1} ?

A névleges primer áram:

$$I_{n1} = \frac{S_n}{U_{n1}} = \frac{5000}{400} = 12,5 \text{ A}$$

A névleges rövidzárási feszültség:

$$U_{z1} = \frac{\varepsilon \cdot U_{n1}}{100} = \frac{5 \cdot 400}{100} = 20 \text{ V}$$

A tekercsellenállás a rövidzárási veszteségből számolható:

$$P_m = I_{n1}^2 \cdot (R_1 + R_2)$$

ahol R_1 a primer tekercs, R_2 a szekunder tekercs, primer oldalra redukált ohmos ellenállása

$$R = \frac{P_m}{I_{n1}^2} = \frac{92}{12,5^2} = 0,409 \, \Omega \quad R = R_1 + R_2$$

4. Háromfázisú transzformátor adatai: névleges teljesítmény $S_n = 1600 \text{ kVA}$, a tekercsek kapcsolásai Y/y. A névleges vonali feszültségek $U_{n1v} = 35 \text{ kV}$, $U_{n2v} = 10 \text{ kV}$. Számítsuk ki a transzformátor feszültség áttételét a_U , és a névleges primer áramát I_{n1} .

Az áttétel:

$$A_U = \frac{U_{n1v}}{U_{n2v}} = \frac{35}{10} = 3,5$$

A primer áram:

$$I_{n1} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{n1v}} = \frac{1600 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 26,42 \text{ A}$$

A transzformátorok hűtése

A transzformátor, a tekercsveszteség és a vasveszteség hőjétől melegszik.

Az így keletkezett hőmennyiség károsíthatja a transzformátort, ezért azt el kell vezetni. A hőelvezetés lehet léghűtés és olajhűtés, amit természetes és mesterséges úton végezhetünk.

Természetes légűtésű hőelvezetés akkor jön létre, amikor a transzformátor körül szabadon halad a levegő és a hideg illetve a meleg levegő sűrűségének a különbségéből a meleg levegő helyére hideg áramlik.

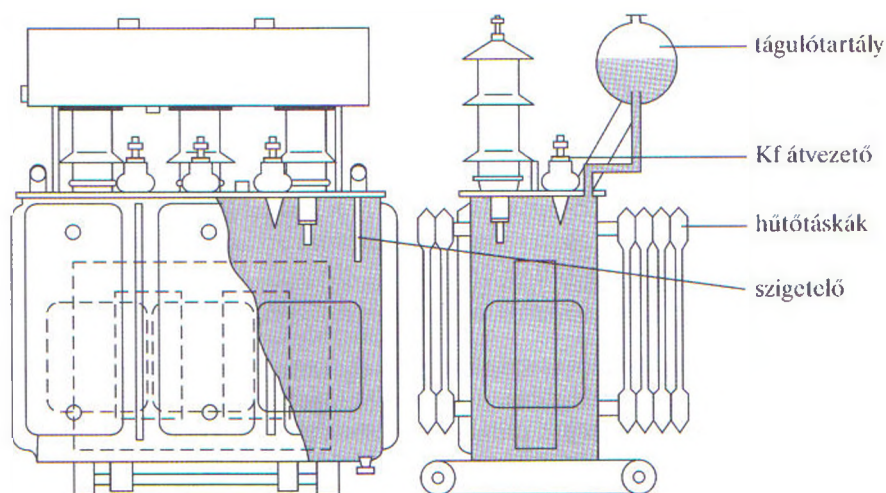
Mesterséges légűtést ventilátorok segítségével végezhetünk.

Nagyobb teljesítményű transzformátoroknál olyan nagy mennyiségű hő keletkezhet, amit már nem tudunk légszállítással megoldani. Ugyanakkor szigetelési problémák miatt is szükséges a szigetelőolaj használata. A transzformátort egy nagy edénybe helyezik melyet szigetelőolajjal töltenek fel (5.2.15. ábra). Az olajűtésű transzformátorok hűtése is lehet természetes és mesterséges.

Természetes olajűtésről akkor beszélünk, amikor a hideg és a meleg olaj mozgása a hőmérséklet okozta, sűrűség különbségéből ered. A hőelvezetést az olajedény falán kialakított bordákkal, radiátorokkal (hűtőtestekkel) segíthetjük.

Mesterséges olajűtésnél az olajat szivattyú segítségével áramoltatjuk, ezáltal erősebb lesz a hőelvezetés. Szivattyús hűtésnél mindig alkalmazzák a csöves, hűtőtestes kivitelűt.

Nagy transzformátoroknál az olajkeringtetést és a ventilátoros levegőűtést együttesen alkalmazzák.



5.2.15. ábra. Olajűtésű transzformátor

Ellenőrző kérdések és feladatok a 5.2 fejezethez

1. Mi a transzformátor rendeltetése és milyen fő részekből áll?
2. Milyen vastest típusokat tanultunk?
3. Mivel ötvözik a transzformátor lemezek anyagát és miért?
4. Ismertesse a transzformátor tekercsek fajtáit!
5. Ismertesse a transzformátor üzemállapotait!
6. Mit jelent az üresjárási és a rövidzárási állapot?
7. Ismertesse a transzformátorok hűtési megoldásait!

Különleges transzformátorok, működésük, alkalmazásuk

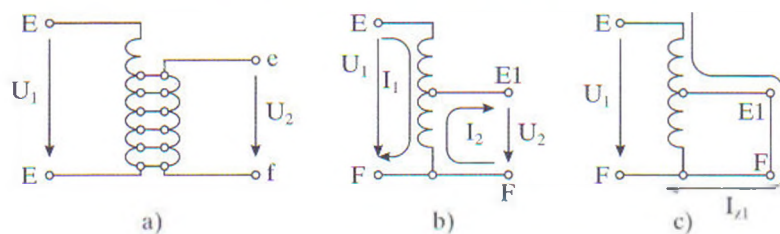
A különleges transzformátorok a feszültség szintjének átalakításán túlmenően, egyéb feladatok ellátására is alkalmasak.

Különleges transzformátoroknak nevezzük:

- a takarékkapcsolású,
- a feszültségszabályozó,
- a fázisszám változtató,
- a mérő,
- a szóró,
- a hegesztő transzformátorokat.

A takarékkapcsolású transzformátorok

Ezekben a transzformátorokban a primer és a szekunder tekercsek egy egységet képeznek. A kapcsolás hasonlít az ellenállások feszültségosztó kapcsolásához. Általában a nagyobb feszültséget kapcsoljuk a teljes tekercsre, míg a kisebb vagy szabályozott feszültséget a tekercs egyik vége és a megcsapolás között vehetjük le (5.2.16. ábra).



5.2.16. ábra. Takarékkapcsolású transzformátor
a) származtatása, b) áramai, c) rövidzárata

Amennyiben a megcsapolás és a tekercs egyik végére kapcsoljuk az átalakítandó feszültséget, akkor a tekercs két végén nagyobb feszültséget kaphatunk.

A tekercsre kapcsolt feszültség, a primer tekercsben gerjesztő áramot hajt keresztül, amely a vasmagban létrehozza a főfluxust.

A főfluxus a tekercs szekunder részében a menetszámnak megfelelő feszültséget indukál. A létrejött feszültségek azonos irányba mutatnak, azonban a közös tekercsrészekben folyó áramok ellentétesek. A primer és a szekunder tekercsrész közös meneteiben a két áram különbsége folyik.

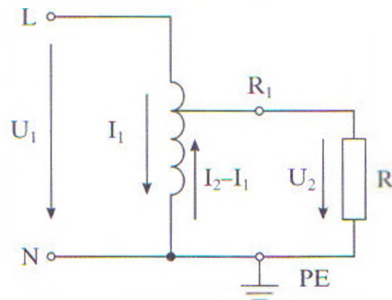
A takarékkapcsolású transzformátor előnyei:

- kevesebb tekercselési anyag szükséges,
- kisebb vastestre van szükség,
- kisebb a tekercs-, és a vasvesztés.

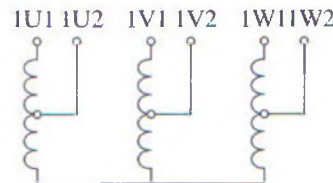
Készítése csak akkor gazdaságos, ha az áttétel nem nagyobb, mint 1:3.

A takarékkapcsolású transzformátor hátrányai

- a kisebb és a nagyobb feszültségű oldal egymással fémes kapcsolatban van, azonos potenciálra kerülhet mindkét oldali kivezetés,



5.2.17. ábra. Egyfázisú takarékkapcsolású transzformátor



5.2.18. ábra. Háromfázisú transzformátor takarékkapcsolással

- rövidzárási árama nagyobb, mint a két külön tekercsű transzformátoré,
- biztonsági transzformátornak nem alkalmazhatjuk.

A szereléskor gondosan ügyelni kell arra, hogy a közös csatlakozási ponthoz kössük az egyébként földelt nulla vezetőt (5.2.17. ábra).

Az erősáramú energiaátviteli rendszerekben használnak háromfázisú takarékkapcsolású transzformátort is (5.2.18. ábra).

Feszültségszabályozó transzformátorok

A fogyasztók számára fontos, hogy az általuk használt villamos energia névleges feszültsége közel állandó értékű legyen. Az izzólámpákra jutó 5%-al nagyobb feszültség növeli a fényerőt, azonban kb. felére csökkenti az élettartamot. Ugyanakkora feszültség csökkenés, a felére csökkenti a fényerőt, igaz az izzó élettartama megnő.

Motoroknál a kisebb feszültség nagyobb melegedéssel jár, mert a csökkent feszültség nagyobb áramot igényel a működéshez.

A névleges feszültséghez viszonyított csökkenés vagy emelkedés különösen sok hibát okozhat a híradástechnikai berendezésekben, televíziókban, számítógépekben.

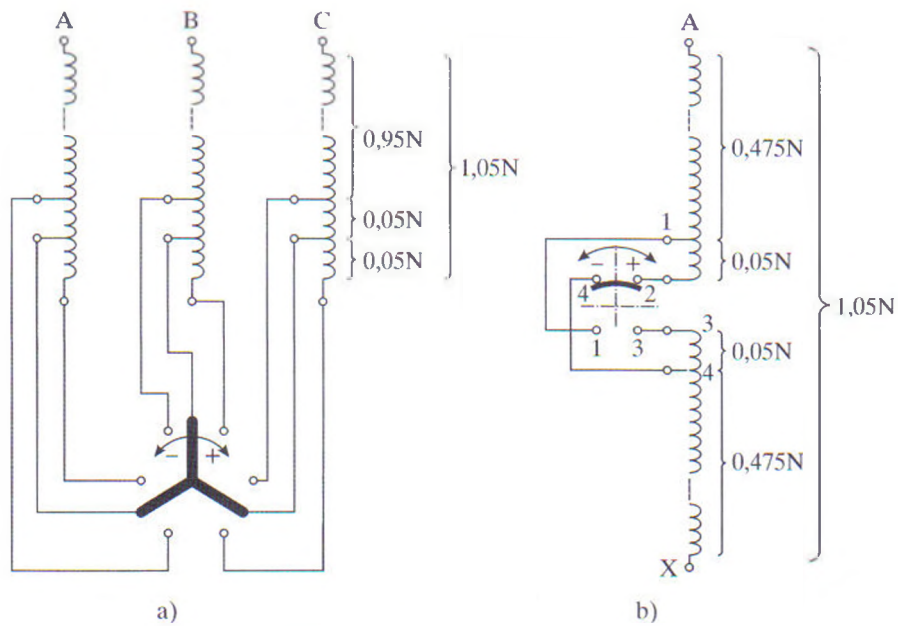
A feszültségszabályozó transzformátorok menetszám áttételét kb. $\pm 10..20\%$ -os határok között, egy-két százalékos lépcsőkben lehet változtatni. A szabályozás terhelten és terheletlen állapotban lehetséges. A szabályozást, kézzel és automatikus rendszerben is elvégeztethetjük.

Terheletlen állapotban a transzformátort, bekapcsolás előtt, a rendelkezésre álló hálózati feszültségnek megfelelően állítjuk be (5.2.19. ábra).

Terhelt állapotú transzformátort úgy kell átkapcsolnunk, hogy az áramkör ne szakadjon meg. Erre a célra megfelelően kialakított átkapcsolókat alkalmaznak.

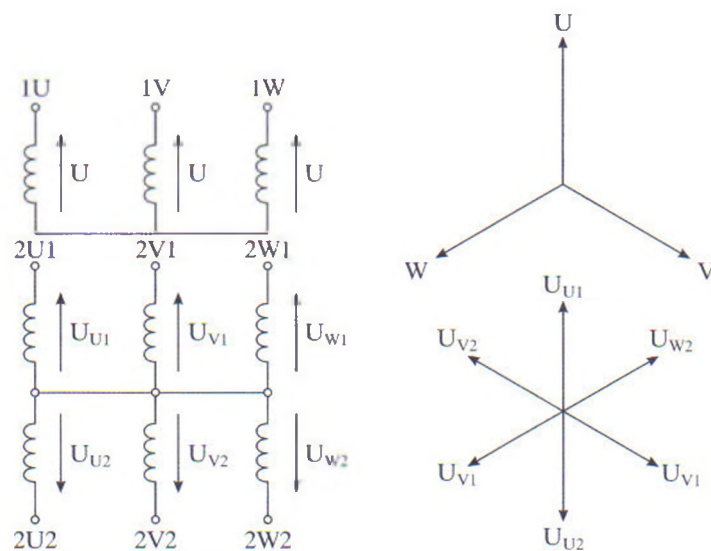
Fázisszám változtató transzformátorok

Az egyenirányító kapcsolások gyakran hatfázisú táplálást igényelnek. Ezt a táplálási módot a primer oldalon háromfázisú, a szekunder oldalon hatfázisú tekercs rendszerrel érhetjük el.



5.2.19. ábra. Feszültszabályozó transzformátor

Csillag-csillag kapcsolású 3/6 fázisú transzformátor elvi kapcsolását látjuk a 5.2.20. ábrán. A szekunder oldalon hat tekercs van melyeknek a középső hat kivezetését csillagpontba kötjük össze. A feszültségek vonatkozási irányait, mindkét oldalon, a csillagpontból kifelé mutatóan rajzoltuk meg. A szekunder U_{u1} , U_{v1} , és U_{w1} feszültségek vonatkozási



5.2.20. ábra. Csillag/csillagkapcsolású, 3/6 fázisú transzformátor

irányai a primer, U_U, U_V és U_W feszültségek vonatkozási irányaival megegyeznek. Ezért azok a feszültségek egymással, fázisban vannak.

Az U_{u2}, U_{v2} és az U_{w2} feszültségek vonatkozási irányai a primer feszültségekkel ellentétes irányúak, ezért ezek a szekunder feszültségek a primer feszültségekkel rendre ellenfázisban vannak.

Mérőtranszformátorok

Nagyobb feszültségeket illetve nagyobb áramokat, más villamos mennyiségeket, pl. teljesítmény nem célszerű közvetlenül mérni. A nagyobb feszültségeknél szigetelési nehézségek adódnak és nehéz a biztonsági feltételeket teljesíteni.

Nagy áramerősségek méréséhez, nagy terjedelmű műszerekre lenne szükség, ami ugyancsak megrágtatná a mérést.

Villamos teljesítmények mérésénél nagyobb feszültség és nagyobb áramok mérése is szükséges lehet.

A mérőtranszformátorok lehetővé teszik a rendszeresen használt mérőműszerek alkalmazását.

A mérőtranszformátorok kis teljesítményűek, hiszen csak a mérőműszereket táplálják.

A mérőváltókat, a mérőműszerekhez hasonlóan, pontossági osztályokba soroljuk. A mérési célokra szolgáló mérőváltók pontossági besorolásai: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; az áramváltóknál még 5,0% is lehet, azonban a két utóbbit mérési célokra nem használják.

Feszültségváltó

A feszültség csökkentésére használt különleges mérőtranszformátor. Azért különleges, mert a szekunder körbe iktatott, nagy ellenállású feszültségmérő, csak igen kis áramot igényel. Ezért lényegében üresen járó transzformátorként viselkedik. Mind a primer, mind a szekunder oldalt olvadóbiztosítóval védeni kell, a szekunder oldal egyik kivezetését védővezetőhöz kell csatlakoztatni (5.2.21. ábra).

A feszültségváltó áttétele a tekercsek névleges feszültségeinek a hányadosa:

$$k_n = \frac{U_1}{U_2}$$

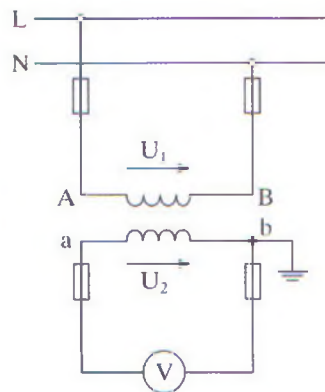
A feszültségmérő által mért értéket megszorozva az áttétellel, megkapjuk a primer feszültséget $U_1 = k_n \cdot U_2$.

A feszültségváltóhoz kapcsolhatjuk a feszültségmérő, teljesítménymérő, a $\cos \varphi$ mérő, vagy a fogyasztásmérő (villamos munka) műszer feszültségtekercsét. Ebből eredően a feszültségváltó terhelése változhat, ami az U_2 feszültség értékét is befolyásolja.

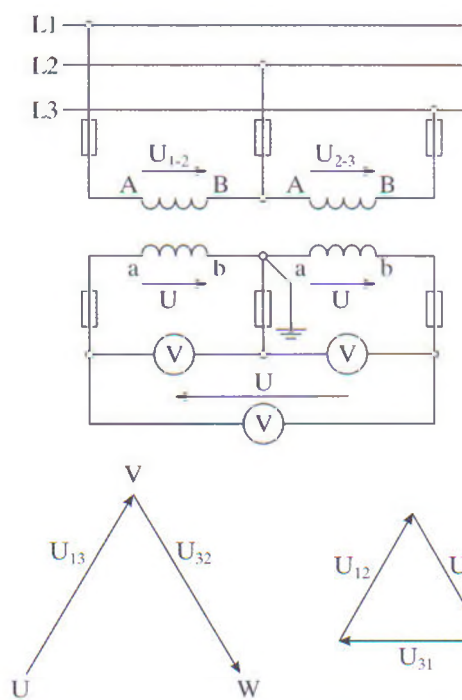
A feszültségváltó relatív hibája:

$$h = \frac{k_n \cdot U_2 - U_1}{U_2}$$

ahol: U_1 a tényleges és $k_n \cdot U_2$ a mért primer feszültség.



5.2.21. ábra. Feszültségváltó



5.2.22. ábra. „V” kapcsolású feszültségváltó

Egyes méréseknél, mint a teljesítmény, a fázistényező, a villamos munka, stb. a feszültségérték pontosságán túlmenően, a fázishelyzet is fontos tényező. Általában a primer és a szekunder feszültségek nincsenek egymással fázisban, a fáziseltolódást a szöghiba jelzi, feszültségváltónál d_i .

Háromfázisú mérésnél, háromfázisú feszültségváltót, Yy0 kapcsolásban alkalmazunk. Amikor a fázisfeszültség mérésére nincs szükség, két db kétsarkúlag szigetelt, egyfázisú feszültségváltót, „V” kapcsolásban (5.2.22. ábra).

Áramváltó

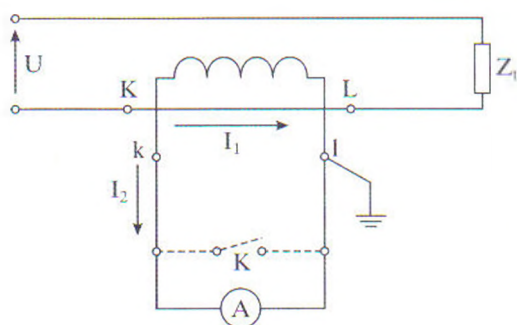
Nagyobb áramok mérésére alkalmas mérőtranszformátor, lényegében egy rövidrezárt üzemállapotú transzformátornak felel meg. Az áramváltó primer tekercse gyakran csak egy menet, amit a hálózat fázisvezetőjébe, a fogyasztóval sorosan kapcsolunk. Így a primer tekercsen a fogyasztó névleges árama folyik (5.2.23. ábra).

A szekunder tekercs sokmenetű tekercs, amire az árammérő műszert, illetve az áram mérésére szolgáló tekercseket sorba kötjük. Kapcsainak jelölése a primer oldalon K, L , a szekunder oldalon k, l . A szekunder oldal egyik kapcsát a védővezetőhöz kell kötni (földelni kell).

Az áramváltó primer áramát – szemben a normál transzformátorral és a feszültségváltóval – kizárólag a fogyasztó terhelése határozza meg.

Az áramváltókban a fluxust létesítő gerjesztés elhanyagolható, tehát:

$$I_1 \cdot N_1 - I_2 \cdot N_2 \approx 0$$



5.2.23. ábra. Áramváltó

Ebből:

$$k_n = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

Ez az áramátvitel. Ebből $I_1 = k_n \cdot I_2$. Tehát, ha az árammérő által mutatott értéket megszorozzuk az áttétellel, megkapjuk a primer áramot.

Az áramváltó relatív hibája:

$$h_i = \frac{k_n \cdot I_2 - I_1}{I_1}$$

Százalékban:

$$h_{\%} = h_i \cdot 100.$$

Szórótranszformátor

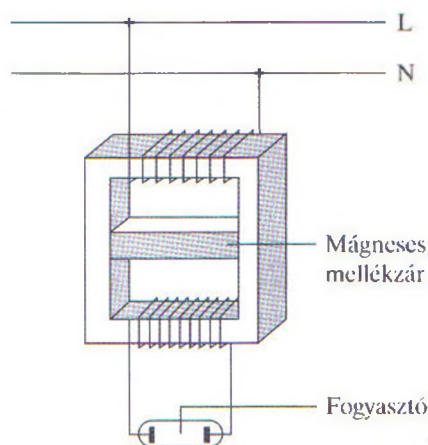
Egyes világítóberendezések, és ívhegesztő készülékek (fénycsövek, fémhalogén lámpák, ívhegesztő transzformátor) működéséhez, nagyobb feszültségre (gyújtófeszültség) van szükség, mint üzem közben. Ezt az igényt a szórótranszformátor elégíti ki.

A szórótranszformátor kis keresztmetszetű, magtípusú transzformátor. A két oszlopon külön-külön helyezkedik el a két tekercs. A két oszlop közé mágneses mellékszár (söntöt) építenek be.

Terheletlen állapotban a primer tekercs által létrehozott mágneses fluxus, a szekunder tekercs oszlopán keresztül záródik, így a szekunder tekercsben feszültséget indukál.

Terheléskor a szekunder tekercs árama olyan irányú fluxust hoz létre amely kiszorítja a primer tekercs által létrehozott mágneses fluxust a szekunder tekercs oszlopából. Az egymás ellen ható primer és szekunder mágneses fluxus nagy része a mágneses mellékszárakon és a levegőn keresztül záródik. Ennek következtében, a szekunder tekercsben, kisebb lesz az indukált feszültség.

Arra alkalmas keresztmetszetű vastesttel és a mellékszár állításával érhetjük el, hogy terheletlen állapotban a gyújtófeszültség, terhelt állapotban az üzemi feszültség önműködően beálljon (5.2.24. ábra).



5.2.24. ábra. Szórótranszformátor

Hegesztőtranszformátor

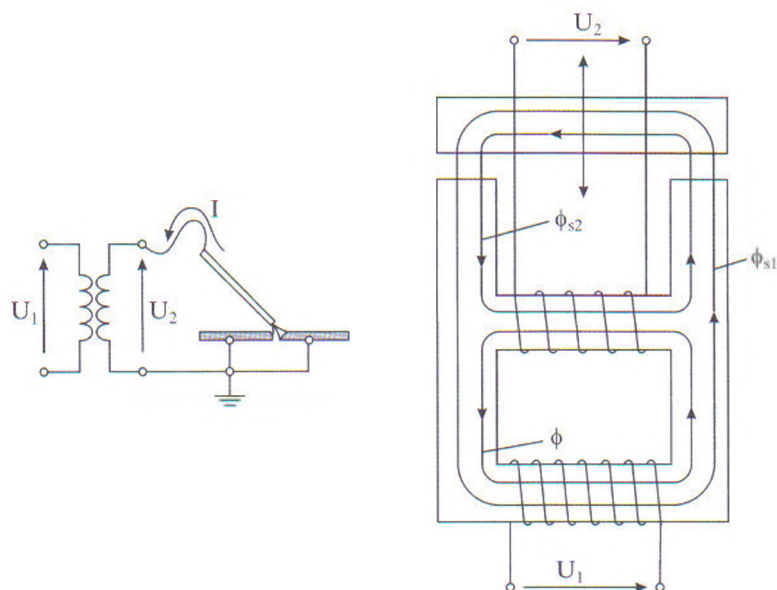
A hegesztőtranszformátorok is a szórótranszformátor elve alapján működnek. A szabályozásnak három változatát alkalmazzák:

- fojtótekercsel szabályozott,
- légréssel szabályozott,
- tekercseltolással szabályozott megoldás.

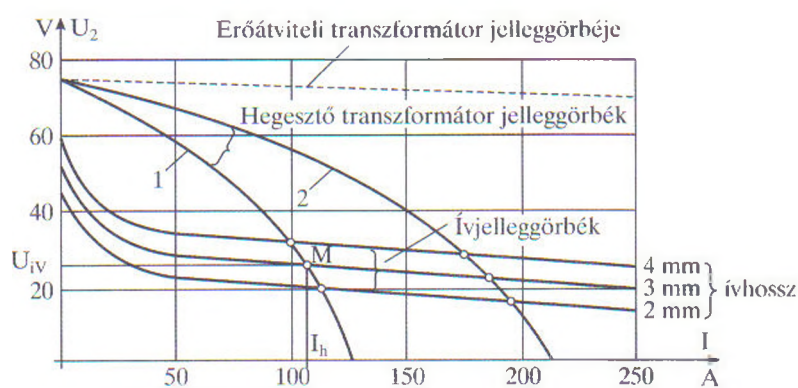
Az ívhegesztő transzformátor működése során gyakran kerül a gép rövidrezárt állapotba. Ez az állapot erősen igénybe veszi a tekercseket, illetve az egész készüléket. A transzformátort tehát úgy kell méretezni, hogy az nagy szekunder áramok mellett se károsodjon (5.2.25. ábra).

A hegesztőtranszformátorokkal szemben támasztott követelmények:

- üresjárásban az ív gyújtásához szükséges feszültséget szolgáltatassa,
- meghibásodás nélkül is rövidrezárható legyen,
- terheléskor, csak az ív fenntartásához szükséges nagyságú feszültségű legyen.



5.2.25. ábra. Hegesztőtranszformátor



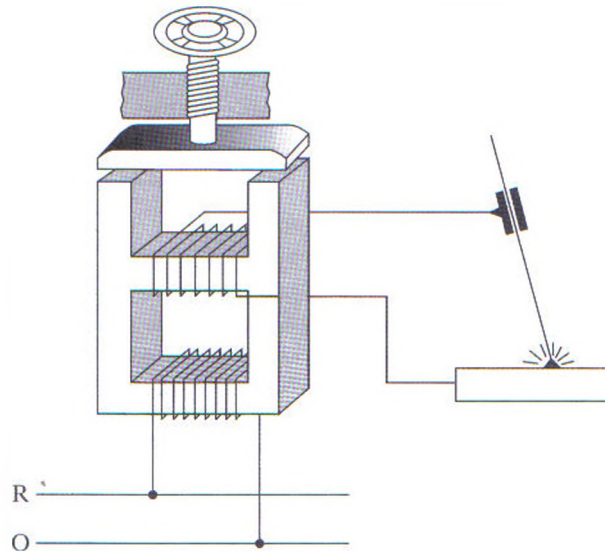
5.2.26. ábra. Hegesztőtranszformátor feszültség-ív jelleggörbék

A hegesztéshez szükséges ív gyújtásához 60...70 V, az ív fenntartásához 20...25 V szükséges. Működés közben a növekvő áramokhoz, csökkenő feszültségek kelljenek (5.2.26. ábra).

A feszültséggörbének azért kell meredeken esnie, mert így biztosítható a határozott hegesztőáram érték.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott szabályozási mód a légrés változtatása. Ezt mutatja a 5.2.27. ábra.

Érintésvédelem céljából a hegesztőtranszformátor szekunder tekercsének egyik sarkát mindig földelni kell. Ez a sarok a hegesztendő tárgy testpontja legyen.



5.2.27. ábra. Légréssel szabályozható ívhegesztő transzformátor szerkezete

A hegesztő elektródot csak szabványos szigetelt nyelű fogóval szabad megfogni, mert a földhöz viszonyítva 70 V is lehet a feszültség.

Hegeszteni csak vizsgázott dolgozónak szabad!

Transzformátorok szerelési előírásai

A transzformátorokat gyártásuk közben és a gyártás végén mind mechanikai mind villamos vizsgálatoknak vetik alá. A gyártásból kikerülő termékekhez megfelelőségi bizonylatokat csatolnak. A megfelelőség azt jelenti, hogy a gyártó nyilatkozik arról, hogy az általa gyártott termék az európai szabványoknak és az illető ország előírásainak megfelel.

A szerelő az áramszolgáltató előírásait tanulmányozza, egyezteti a tervekkel és a felhasználó igényeivel.

A szerelő feladata, hogy ellenőrizze a műszaki leírásban felsorolt, leírt tájékoztatót. A tájékoztató alapján eldöntheti, hogy a transzformátor a terveknek megfelelő kivitelű és minőségű-e.

A készülék ellenőrzésekor meg kell vizsgálnia a szerelőnek, hogy van-e külső sérülés vagy annak nyoma a transzformátoron. A külső sérülés látható nyomai alapján döntse el, hogy megkezdheti-e a szerelést vagy a transzformátort vissza kell-e szállítani az eladónak esetleg a gyártónak.

Különösen fontos a villamos szigetelőrészek és kivezetések ellenőrzése.

A szigeteléseken tapasztalható szennyeződések, repedések jelentősen veszélyesek lehetnek az üzemeltetés során.

Meg kell vizsgálni, hogy a transzformátor adattábláján megtalálható adatok megfelelnek-e a szerelési tervben feltüntetetteknek. A villamos jellemzők alapján, amennyiben azok az előírásoknak megfelelőek, megkezdhető a szerelés.

Amennyiben nagyobb súlyú transzformátort kell szerelni, akkor az emeléshez használható fülek épségét, a terhelésnek megfelelő állapotát kell ellenőrizni.

A villamos szerelvények bekötése előtt a szerelő a feszültségmentességet ellenőrzi, a csatlakozó részek szükséges keresztmetszetét megvizsgálja, az érintkező részek fémtisztaságát biztosítja.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Mi a transzformátor rendeltetése és milyen fő részei vannak?
2. Ismertesse a vastest típusokat!
3. Milyen anyagból gyártják a vastest lemezeit?
4. Ismertesse a transzformátor tekercsek tekercselési megoldásait!
5. Ismertesse a transzformátor működési elvét!
6. Rajzolja le az üresjárási, a rövidzárási és a terhelési kapcsolást!
7. Mit jelent a párhuzamos kapcsolat és mik a feltételei?
8. Ismertesse a háromfázisú transzformátorok kapcsolásait!
9. Hogyan származtatjuk a takarékkapcsolású transzformátort?
10. Mi az előnye és mi a hátránya a takarékkapcsolású transzformátornak?
11. Rajzolja le egy ívhegesztő transzformátor szerkezetét!
12. Ismertesse a fázisszám-változtató transzformátorokat!
13. Mik teszik szükségessé a mérőtranszformátorok alkalmazását?
14. Rajzolja le egy egyfázisú fogyasztó áram, feszültség és teljesítmény mérését mérőváltók alkalmazásával!

5.3. Egyenáramú gépek

Az egyenáramú gép – elsősorban a nagyobb terhelhetőségű félvezetők, a tirisztorok és azok ipari elterjedése óta – egyike a leggyakrabban alkalmazott villamos gépeknek.

Alkalmazásuknak egyik oka, a fordulatszám fokozat- és veszteségmentes változtatási lehetősége, vezérelt félvezetőkkel, a másik a nagy indítónyomaték. A nagy indítónyomaték és a nagy fordulatszám karakterisztika szinte nélkülözhetetlenné teszi a soros egyenáramú motort a villamos vasúti vontatásban.

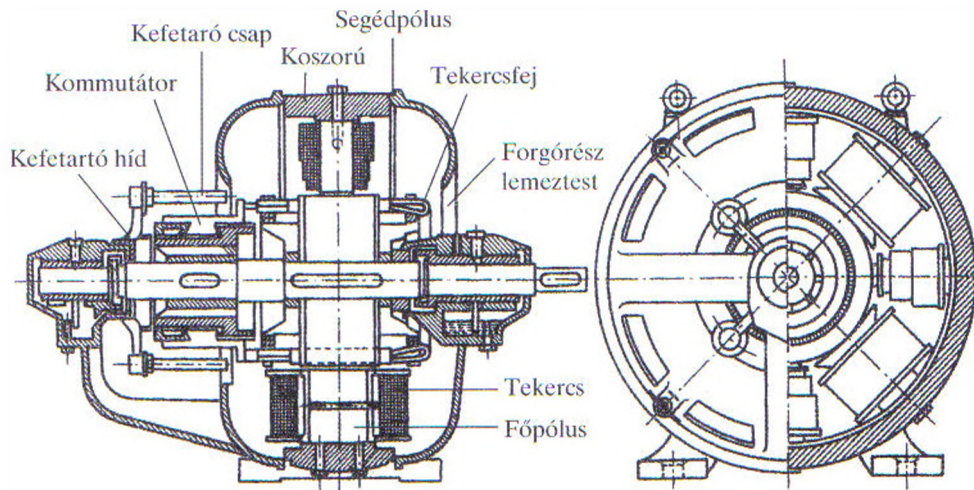
5.3.1. Szerkezeti felépítésük

Az egyenáramú gépek általános szerkezeti felépítését látjuk a 5.3.1. ábrán.

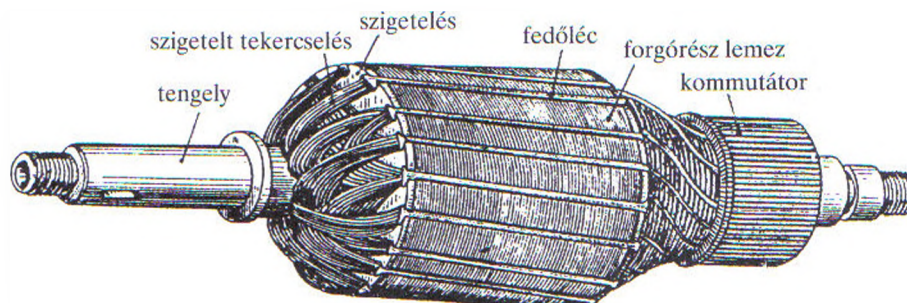
A póluskoszorú, amely az egyenáramú gépek háza is egyben, kisebb gépeknél húzott vagy hengerelt acélból, nagyobb gépeknél acélöntvényből készül.

A házba csavarokkal erősítik fel a fő- és a segédpólusokat. A főpólusokra a fő-pólus-tekercseket, más néven gerjesztő tekercseket, a segédpólusokra a segédpólus tekercseket szerelik.

A gyártás könnyítése érdekében a főpólusokat 0,5–2,0 mm vastagságú vaslemezekből állítják össze. A nagy gépek segédpólusait sajtoltslemezekből készítik, egyébként húzott rúdanyagból gyártják.



5.3.1. ábra. Az egyenáramú gép szerkezeti felépítése



5.3.2. ábra. Egyenáramú gép forgórésze

A házon kívül a kapcsolószekrény található a házban, amelyben a kapcsolótábla van. A kapcsolótáblára vezetik ki a tekercselés végeit.

A nehéz körülmények között dolgozó gépek főpólus saruihoz hornyokat sajtolnak, ezekbe helyezik el a kompenzálótekercseket.

A forgórész általános felépítését látjuk a 5.3.2. ábrán.

A forgórész fő részei: tengely, vastest, hornyok, tekercselés, kommutátor, szellőzőlapát koszorú.

A ház két végéhez, a kommutátor oldali illetve a szellőző oldali pajzs csatlakozik. A pajzsokban vannak a csapágyak, melyek a forgórész szabad forgását, valamint az egész kerületen állandó légrést biztosítanak.

A kommutátor oldali pajzsban helyezik el a kefehidat, amelyhez a kefecsapokat rögzítik. A kefecsapok száma általában megegyezik a pólusok számával. A kefecsapok tartják a kefetartókat, amelyekben a kefék helyezkednek el, ezeken keresztül biztosítják a villamos összeköttetést az armatúrával.

Gerjesztések fajtái

Az egyenáramú gép gerjesztő tekercselését az állórészen kiképzett főpólusokon helyezik el. A főpólusok gerjesztő tekercsében folyó áram a I_g gerjesztőáram. A gerjesztés által létrehozott mágneses erővonalak, az armatúrán, a légréseken, a főpólusokon és a póluskoszorún keresztül záródnak.

A főpólusok által létrehozott mágneses erőtér, a forgó armatúra vezetőiben, miután a vezetőkeretek a pólusok alatt változtatják a helyzetüket, váltakozó feszültséget indukál. A váltakozó feszültség, váltakozó áramot hajt keresztül az armatúra tekercsken. Az armatúrában folyó váltakozó áramot úgy egyenirányíthatjuk, hogy a tekercsek két végét, egymástól szigetelt félgyűrűhöz kötjük. Miután a félgyűrűk a vezetőkeretekkel együtt forognak, a kommutátoron csúszó kefék, változatlan polaritással csatlakoznak a kivezetésekhez. Ez a feszültség illetve áram, lüktető egyenáram lesz. Azonban minél több vezetőkeretet alkalmazunk, annál simább egyenáramot kapunk.

Amennyiben az egy vezetőkerethez tartozó feszültséget növelni akarjuk, akkor több menetet kell alkalmaznunk.

Az armatúrában folyó áram, a főpólus által létrehozott mágneses erőteret eltorzítja. A torzítás ellensúlyozására segédpólusokat alkalmaznak, melyeket a kefék vonalában helyeznek el. A segédpólusok betűjelei B1, B2.

Az egyenáramú gépek gerjesztését előállíthatjuk:

1. állandó (permanens) mágnesű főpólusokkal,
2. külső feszültségforrású gerjesztéssel,
3. öngerjesztéssel.

Állandó mágnesekkel csak kisebb teljesítményű gépeket működtetnek.

Külső gerjesztést akkor alkalmaznak, ha nagyobb teljesítmények szabályozását végzik. Öngerjesztésű az egyenáramú gépek többsége. Az öngerjesztés elvét Jedlik Ányos dolgozta ki és valósította meg először, azonban az ipari jellegű kivitelezés és a szabadalmaztatás Werner Siemens nevéhez fűződik.

5.3.2. Egyenáramú motorok működése

Az egyenáramú motorok gerjesztése lehet:

- a) külső, a főpólus betűjelei F1, F2,
- b) soros, a főpólus betűjelei D1, D2,
- c) párhuzamos, a főpólus betűjelei E1, E2,
- d) vegyes gerjesztés.

Az egyenáramú motorokat különféle hajtásokra használják. A motorok fordulatszámát, nyomatékát jól lehet változtatni az igényeknek megfelelően. Különösen segíti a motorok alkalmazását a félvezetős hajtások fejlődése és azok elterjedése.

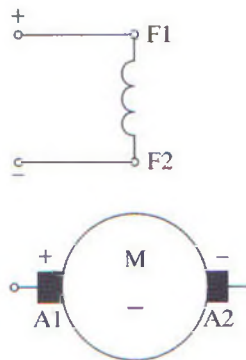
Külső gerjesztésű egyenáramú motor

Külső gerjesztésű egyenáramú motor elvi kapcsolását látjuk a 5.3.3. ábrán. Szabályozott egyenáramú hajtásoknál előnyös az alkalmazása. Terhelés hatására a fordulatszámát kevéssé változtatja.

A külső feszültség kimaradása miatt megszaladhat a motor.

A külsőgerjesztésű egyenáramú motor fordulatszám-armatúraáram (nyomaték) jelleggörbéje egy egyenes egyenlete szerint változik.

5.3.3. ábra. Külső gerjesztésű egyenáramú motor kapcsolási vázlata

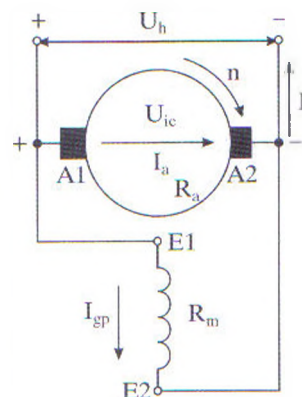


Párhuzamos gerjesztésű egyenáramú motor (söntmotor)

A párhuzamos kapcsolású motorok jól tartják a fordulatszámukat, a közel állandó gerjesztőáram, az armatúraárammal egyenes arányú nyomatékot hoz létre.

Ott alkalmazzák, ahol nem nagy a túlterhelésveszély, nincs szükség nagy indító-nyomatékokra. A gerjesztőkör szakadása a gép megszaladását, az armatúra zárlatát okozhatja.

5.3.4. ábra. Párhuzamos gerjesztésű egyenáramú motor kapcsolási vázlata



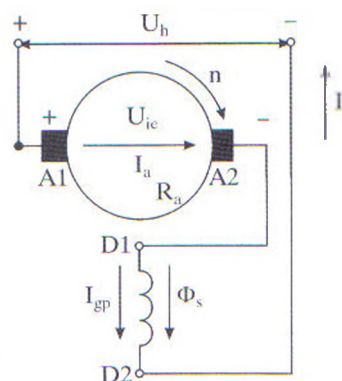
Soros gerjesztésű motor

A soros gerjesztésű motor fordulatszáma a terhelés hatására jelentősen változik. A változást az okozza, hogy a főpóluson lévő gerjesztő tekercsel sorba van kötve az armatúratekercs, és így az armatúraáram erősíti vagy gyengíti a gerjesztést. Indítónyomatéka nagy, mert induláskor az armatúraáram is nagy, melynek értékét az $M = k \cdot \Phi \cdot I_a$ összefüggés alapján állapítjuk meg.

A motor túlterhelésre érzéketlen, teljesítménytartó.

Jelentősége a villamos vontatásban van, ahol az induláskor nagy nyomatékokra van szükség, ugyanakkor féküzemben soros generátorként üzemeltethető.

Alkalmas még daruk, szellőzőmotorok, centrifugál szivattyúk hajtására.



5.3.5. ábra. Soros gerjesztésű motor kapcsolási vázlata

Vegyes gerjesztésű vagy kompaund motorok

A vegyes gerjesztés létrehozza mind a soros, mind a párhuzamos gerjesztésből eredő előnyök jól használhatóságát. Attól függően, hogy a két gerjesztési megoldás közül melyik a jelentősebb, a motor soros jellegű vagy párhuzamos jellegűvé válik. Vegyes gerjesztésű motornak nagy az indítónyomatéka, jó teljesítménytartó és üresjárásban sem szalad meg.

A villamos motorok üzemi tulajdonságai

A villamos motorok üzemi viszonyai között az indítás, a forgásirányváltás, fordulatszám szabályozás jellemzőivel foglalkozunk.

Soros gerjesztésű motor (főáramkörű)

A soros gerjesztésű motorokat terhelés nélkül nem szabad indítani, mert a kis gerjesztő áram miatt a fordulatszáma igen nagy lehet. Közvetlenül a soros motor nem indítható. A kapcsolókra adott feszültség növelésével vagy sorba kötött indító ellenállással indíthatjuk a motort.

Soros gerjesztésű motor forgásirány váltását az armatúraáram vagy a gerjesztő tekercs fluxusának irány változtatásával érhetjük el. Az armatúraáram irányának váltását az A1–B1 kapcsolók felcserélésével, a fluxus irányának megváltoztatását a D1–D2 kapcsolók cserélésével változtathatjuk meg. Arra vigyázni kell, hogy vagy csak az armatúra, vagy csak a gerjesztő tekercs kapcsait cseréljük fel.

A fordulatszám változtatást veszteségmentesen, változtatható feszültségű egyenáramú áramforrással érhetjük el. A feszültség csökkenésével a fordulatszám is csökken, a feszültség növelésével a fordulatszám is emelkedik.

A változtatott feszültséget, gazdaságosan egyenirányítóval állítják elő úgy, hogy az egyenirányítót változtatható feszültséget szolgáltató transzformátorról táplálják. A szabályozott feszültség előállítására korszerűbb megoldással szolgál a vezérelt egyenirányítók (tirisztorok) alkalmazása, ebben az esetben még transzformátorra sincs szükség.

A soros motor fékezését ellenállásos vagy ellenáramú fékezéssel lehet segíteni. Ellenállásos fékezéskor a motort lekapcsoljuk a tápláló hálózatról és terhelőellenállás (fékező) közbeiktatásával zárjuk az armatúrakört. A gerjesztő tekercs kapcsait (D1–D2) fel kell cserélni, így biztosítható, hogy a gerjesztő tekercs áram-iránya ne változzon meg. Ellenáramú fékezéskor az A1 és B1 kapcsolókat felcserélik és a motorral ellenállásokat kötnek sorba.

Külső gerjesztésű motor

Változtatható feszültségről indítva a motort, először a gerjesztő tekercsre kapcsoljuk a névleges feszültséget, ezután az armatúra kapocsfeszültségét nulláról indítva növeljük.

Miközben az armatúraáram kapcsolt feszültséget folyamatosan növeljük, közben figyeljük, hogy az armatúraáram a megengedett értéket ne lépje túl. A motor fordulatszáma növekszik, közben növekszik az indukált feszültség értéke, csökken az armatúraáram. Tovább növelve a feszültséget ismét emelkedik az armatúraáram a megengedett értékig, majd a fordulatszám növekedésével ismét csökken. Az armatúraáramot mindig a kapocsfeszültség és az indukált feszültség különbsége hozza létre.

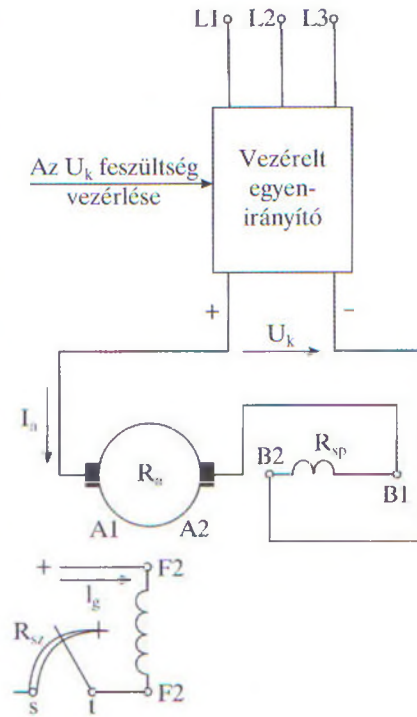
A szabályozott feszültséggel indított motor kapcsolási vázlatát az 5.3.6. ábrán látjuk.

A párhuzamos gerjesztésű motorok forgásirányváltását, hasonlóan a soros és a külső gerjesztésű motorokhoz a következőképpen végezhjük:

- megcseréljük az armatúra tekercs áramának irányát, az A1, és az A2 kefék cseréjével,
- felcseréljük a főpólus tekercsek végeit, E1 és E2-t.

Mindkét forgásirány változtatási mód egyidejű alkalmazása, változatlan forgásirányt eredményez.

Gyakorlatban gyors forgásirányváltást nem szabad alkalmazni a főpólus kapcsok cseréjével, mert nagy önindukciós feszültség lép fel.



5.3.6. ábra. Külső gerjesztésű egyenáramú motor indítása vezérelt egyenirányítóról

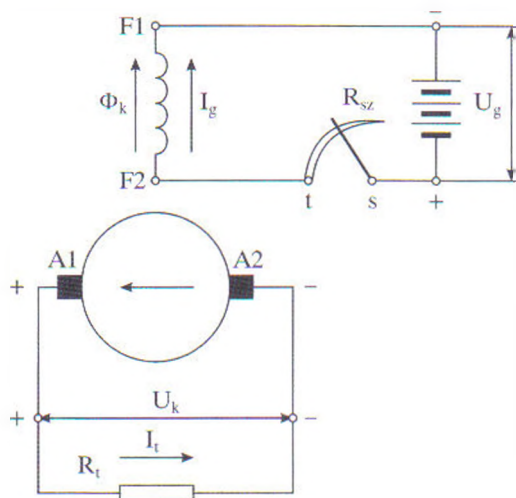
5.3.3. Egyenáramú generátorok működése

Amennyiben az egyenáramú generátor főpólus tekercsét saját armatúrájával sorba vagy párhuzamosan kötjük akkor a gép képes önmagát gerjesztetni. Az öngerjesztést az teszi lehetővé, hogy a pólustestben mindig visszamarad egy kis mágnesség (remanens). A visszamaradó mágneses erőtérben forgatott armatúra vezetőiben így feszültség indukálódik. Ezt a feszültséget a gerjesztő tekercsre kapcsolva, azon gerjesztőáramot hajt keresztül. Ezzel a megoldással a főpólusban létrejött mágneses erőtér önmagát erősíti a vas telítődéséig.

A gerjesztések lehetnek:

- külső, a főpólus betűjelei F1, F2,
- soros, a főpólus betűjelei D1, D2,
- párhuzamos, a főpólus betűjelei E1, E2,
- vegyes gerjesztések.

Generátoroknál soros gerjesztést nem alkalmaznak, mert a terheléstől függően bizonytalan értékű feszültséget szolgáltatnak és a rövidzárási áramuk nagy.



Külső gerjesztésű egyenáramú generátor

A generátor feszültségesése a terhelés hatására, kicsi, ezért állandó feszültség szolgáltatására alkalmas. Rövidzárási árama nagy. Szinkrongenerátorok gerjesztőgépeként valamint Ward-Leonard hajtások vezérgenerátorának alkalmaz-
zák (5.3.7. ábra).

5.3.7. ábra. Külső gerjesztésű generátor kapcsolási vázlata

Párhuzamos gerjesztésű generátor

Párhuzamosan gerjesztett generátorok teljes terhelése kb. 25–30%-os feszültségesést okoz, ezért erősebb gerjesztésszabályozást igényelnek. Az erős feszültségcsökkenés hatására legerjedhetnek. A gép zárlati árama kicsi, a zárlati áram megszűnése után, ön-
maga visszagerjesztheti. Felhasználási területei: erőművek segédgerjesztője, vasúti kocsivilágítási dinamó (5.3.8. ábra).

Vegyes gerjesztésű generátor

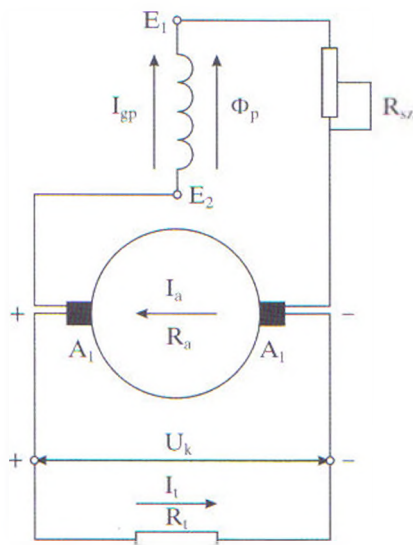
Üresjárásban is gerjed, a névleges feszültségét csak a sorosan kapcsolt tekercs gerjesztésével éri el. Feszültségét szélesebb határok között, finoman szabályozhatjuk. Állandó feszültségű hálózatok táplálására alkalmas. Rövidzárási árama a névleges többszöröse lehet. Átpolarizálódásra hajlamos. Lökésszerű terhelés változások kompenzálására alkalmas (5.3.9. ábra).

Egyenáramú generátorok gyakoribb üzemi hibái és azok elhárítása

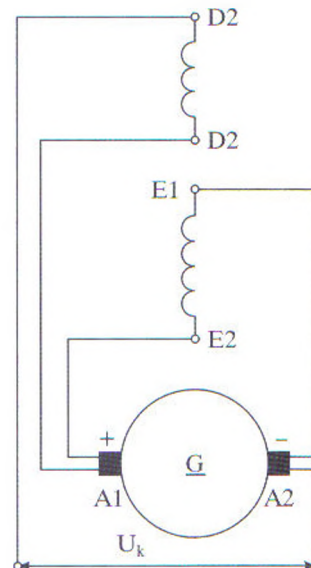
1. A generátor nem gerjed. Öngerjesztésű gép elvesztette a remanens mágnességét. Külső egyenáramú energiaforrásról fel kell mágnesezni a gép vastestét. Akkor sem gerjed a söntgenerátor, ha a gerjesztőtekercs kivezetéseit fordítva kötötték be. A kivezetéseket fel kell cserélni.

2. Terhelés hatására nem adja le a gép a teljes feszültséget vagy erősen csökken a feszültség. Több oka is lehet ennek: alacsonyabb a fordulatszám a névlegesnél, a kefék nem állnak a semleges vonalban. Vegyes gerjesztésű gépeknél a soros és a párhuzamos gerjesztés egymás ellen dolgozik. Ebben az esetben helyesen kell kötni a tekercseket.

3. A kefék erőteljesen szikráznak. A kefék és a kommutátor nem tiszta, nem elég sima a kommutátor felülete. A szikrázást okozhatja a szükségesnél kisebb kefenyomás. Helytelen segédpólus bekötés, az armatúrában menetzárlat vagy szakadás is okozhatja a hi-



5.3.8. ábra. Párhuzamos gerjesztésű generátor kapcsolási vázlata



5.3.9. ábra. Vegyes gerjesztésű generátor kapcsolási vázlata

bát. Az armatúra hibáját megállapíthatjuk a forgórész kiszerelésével és úgynevezett ki-pontozással.

4. A csapágyak melegedését okozhatja a kenőanyag hiánya, a csapágykopás, amely légrés változást hozhat létre. A gördülőcsapágy törése, berágódása is okoz melegedést.

5. Az egyenáramú gép általános melegedését okozza a gépben keletkező hőveszteség. A gép melegedése igénybe veszi a villamos részek szigetelését, azok romlása a gép meghibásodásához vezet. Általános melegedést okoz a gép tartós túlterhelése is, ez ellen megfelelő túlterhelés elleni védelmet kell alkalmazni. A gép hiányos átszellőzése is melegedést hozhat létre, amely a szellőzőlapátok és a légutak elszennyeződéséből is eredhetnek. Meg kell tisztítani a lapátokat, ki kell tisztítani a légutakat.

5.4. Szinkrongépek

A szinkrongépek villamos energiát előállító gépként, generátorként és motorként, hajtógépként is alkalmazhatók.

Szinkrongenerátorokkal, hő- és vízerőművekben, valamint belsőégésű hajtóművekkel állítjuk elő a villamos energiát. A generátorok teljesítménye néhány kVA-tól, több száz MVA-ig terjedhet.

A szinkronmotorokat – különleges tulajdonságaik miatt – az aszinkron motoroknál sokkal ritkábban alkalmazzuk. Teljesítményük néhány tized VA-tól, több ezer kVA-ig terjedhet.

A szinkrongép elnevezés azt jelenti, hogy csak a hálózati frekvencia és póluspárszám által meghatározott szinkron fordulatszámon működhet.

$$n_0 = \frac{60 \cdot f}{p}$$

ahol:

- n_0 a szinkron fordulatszám,
- f a frekvencia,
- p a póluspárok száma.

Szerkezeti felépítés

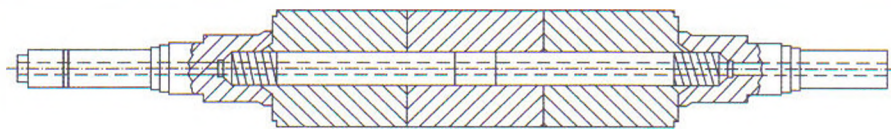
A szinkron gépek szerkezeti megoldásai nagyon változatosak, sokféle a rendeltetésük. Teljesítményük és feszültségük széles határok között mozog.

A szinkrongenerátorok lehetnek:

- Hengeres vagy turbó forgórészű (5.4.1. ábra),
- Kiképzett pólusúak (5.4.2. ábra).

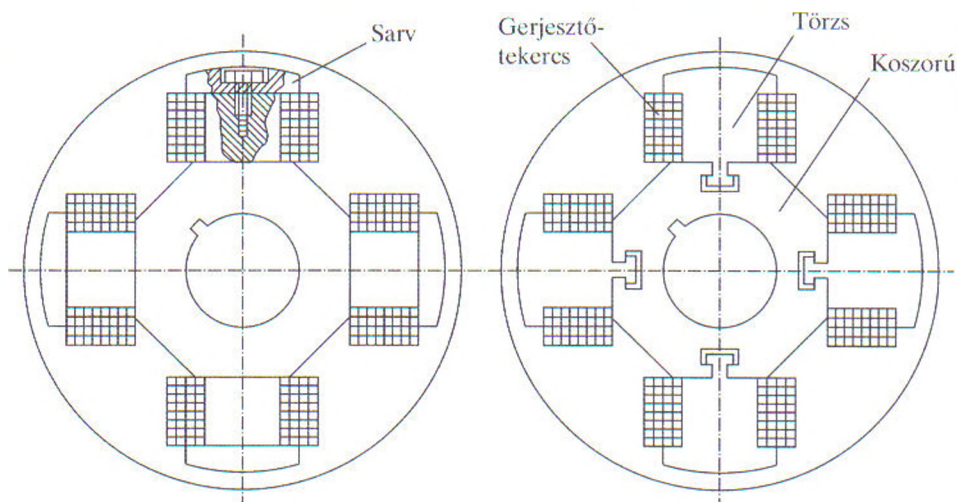
Hőerőművekben gőz- vagy gázturbinák hajtják meg a turbógenerátorokat.

A turbinák hatásfoka nagy fordulatszámon jó, ezért ezek a gépek két- vagy ritkábban négy pólusúak és hengeres forgórészűek.



5.4.1. ábra. Hengeres forgórész

A kiképzett pólusú generátorok kisebb fordulatszámon forognak, ezért több póluspárt kell kialakítani a forgórészen. A több póluspár nagyobb átmérőt igényel, megnő a kerületi sebesség, ezzel megnő a röptőerő is. Ezeket a generátorokat többnyire vízerőművekben alkalmazzák. A vízerőművekben alkalmazott generátorok nagy vízesésűek vagy kis vízesésűek



5.4.2. ábra. Kiképzett pólusok

lehetnek. Magyarországon kevés vízerőmű van, ezek is kis vízesésűek. A magyarországi vízerőművek a Tiszán, illetve régebbi kis jelentőségű erőművek, pl. a Rábán találhatók.

A hazai erőművekben a turbógenerátorok teljesítményei néhányszor tíz MVA-tól 260 MVA-ig terjednek.

Névleges feszültségeik általában, 10,5 kV, de a nagyobb teljesítményűeké 15,75 kV vagy 18 kV.

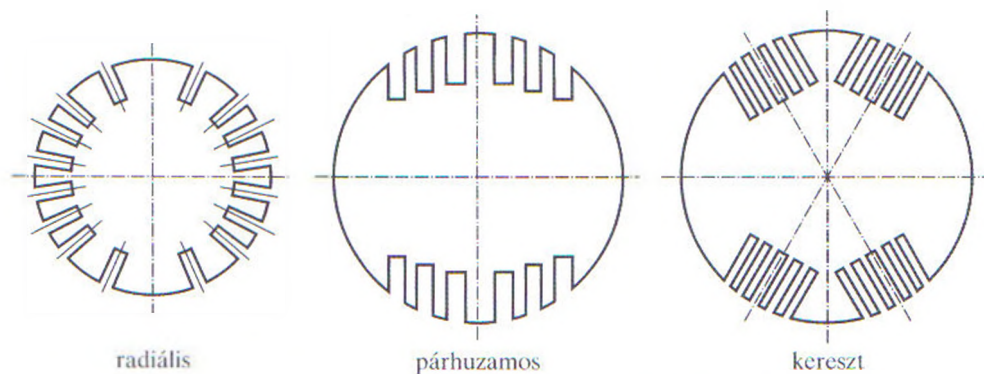
Az egy illetve a két póluspár miatt magas a fordulatszámuk, 3000 1/min vagy 1500 1/min, ez nagy mechanikai igénybevétellel jár. A forgórészek ezért tömör, kovácsolt, jó minőségű acélból készülnek, külső átmérőjük kb. 1 m lehet.

A gerjesztő tekercsek hornyait három módon alakítják ki (5.4.3. ábra):

- Radiális (sugárirányú) hornyú, ez a leggyakrabban alkalmazott típus, kis és nagy teljesítményekre egyaránt alkalmas. A hornyokat forgácsolással alakítják ki. A fogakat a centrifugális erő csak húzásra veszi igénybe. Tekercselése koncentrikus, a hornyokat nagyszilárdságú, nem mágnesezhető fémből készült ékek zárják le.
- Párhuzamos hornyú forgórészek. Ezek hornyainak forgácsolása gazdaságosabb, mert egyszerre több hornyot is kialakíthatnak. Hátránya, hogy a kerületen kevesebb hornyrés, a hornyokba csak kevesebb menet helyezhető el, kisebb lesz a gerjesztés. Ezt a hornykialakítást Bláthy Ottó dolgozta ki.
- A kereszttekercses forgórész, amely dr. Mándy Andor találmánya, egyesíti az előbbi két típus előnyeit. Két, egymással kb. 60°-os szöget bezáró hornyrendszer van. A homlokoldalon az egyik hornyrendszer folytatódik, ezt egy betét zárja le amely külső felületén a másik hornyrendszer hornyai folytatódnak.

A gerjesztő feszültséget illetve a gerjesztő áramot a forgórészre, csúszógyűrűkön keresztül vezetik. A csúszógyűrűkhöz a csatlakozó vezetéket a tengelyfúraton keresztül vezetik be. A forgórész gerjesztő feszültségét a generátorral azonos tengelyre szerelt egyenáramú gerjesztőgép szolgáltatja. A félvezető technika fejlődésével a gerjesztőgépet kiváltja a szabályozható félvezetős egyenirányító egység.

A turbógenerátorok állórész vastestét, a nagy átmérő miatt, szegmens alakú, egymástól szigetelt dinamólemezből készítik. A vastestet 20...50 mm vastagságú lemezcsoomagból állítják össze, melyek között 4...10 mm-es szellőzőrések vannak. A vastestet he-



5.4.3. ábra. Hengeres forgórész horonyalakok kialakítása

gesztett, esetleg öntöttvas ház foglalja magába, melyet a homlokoldalakon öntöttvas vagy alumínium ötvözetű pajzsok zárnak le.

Az egyenáramú gépeknél a forgórészt nevezzük armatúrának, a hagyományos felépítésű szinkron generátoroknál az állórész neve armatúra. Az armatúra a villamos forgógépek azon főrésze, amelyikben a működés során a feszültség indukálódik. Az állórész tekercselése háromfázisú váltakozó áramú tekercselés. A tekercselésben a forgórész által gerjesztett forgó mágneses mező, a háromfázisú váltakozó feszültséget indukálja.

A szinkrongenerátorok hűtése lehet levegő-, hidrogén- vagy folyadék-hűtés.

Szinkrongépek működési elve

A szinkrongép forgórésze kisebb gépeknél állandó mágnessel készül nagyobb gépeknél – és ez a jellemző – tekercselt forgórészű. A forgórészt valamely külső hajtással forgatjuk. Az állórész többnyire háromfázisú, váltakozó-áramú tekercselésű. A forgórészt póluskeréknek is nevezzük.

A szinkrongenerátor forgórészét forgatva, az általa létesített mágneses mező az állórész tekercs rendszerében váltakozó feszültséget indukál.

Az indukált feszültség szinuszgörbe szerint változik. Az állórész az armatúra, háromfázisú tekercsrendszere villamosan 120° -kal eltolt kialakítású és így a három fázis egymástól időben 120° -kal eltolt váltakozó feszültség lesz (5.4.4. ábra).

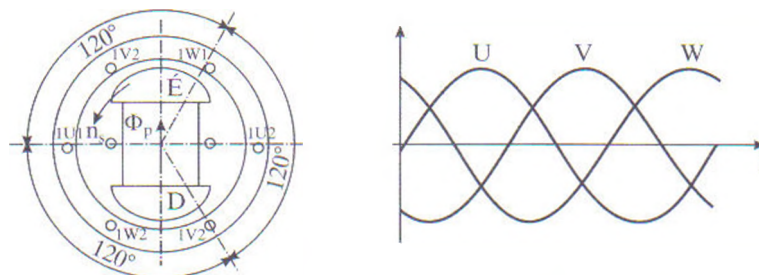
$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}$$

A váltakozóáramú szinkronmotor állandó fordulatszámmal forog, mert a hálózat frekvenciája is állandó.

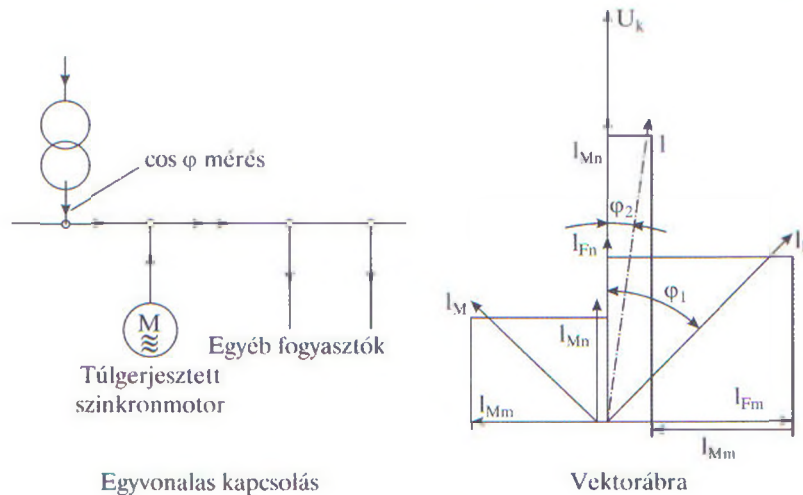
A motor önmagában nem indul, ezért külső erővel kell meghajtani. A forgórész lehet állandó mágnesű és gerjesztett kivitelű. Bekapcsoláskor az állórész mágnesmezeje a hálózati frekvenciának megfelelő forgó mágneses mező. Ez a mágneses mező a forgórész azonos mágneses pólusait taszítja, míg az ellentéteket vonzza.

Téhetetlensége miatt a forgórész tudja azonnal követni a forgó mágneses mezőt. A külső segítséggel meghajtott forgórészt egy idő után, az állórész mágnesmezeje „magára” húzza és most már együtt forog az állórész mágnesmezeje és a forgórész.

A motor tengelyére ható terhelés hatására, a motor forgórésze kb. $30\text{--}35^\circ$ -ot késik a forgómezőhöz viszonyítva. Ezt az elmaradást terhelési szögnek nevezzük és δ -val jelöl-



5.4.4. ábra. Háromfázisú váltakozó feszültség kialakulása



5.4.5. ábra. Fázistényező javítása szinkronmotorral

jük. A motor forgatónyomatéka annál nagyobb, minél nagyobb a terhelési szög. A motor, a billenő nyomaték elérése után, a motor kiesik a szinkron fordulattól és leáll.

A nagyobb pólusgerjesztés hatására a hálózatba meddő teljesítményt szolgáltat, ekkor beszélünk túlgerjesztett állapotról. Ezáltal a motor javítja a hálózat fázistényezőjét is (5.4.5. ábra). Kisebb gerjesztéskor, ez az alulgerjesztett állapot, a hálózathoz meddő teljesítményt vesz fel, vagyis rontja a fázistényezőt.

Azokat a szinkrongépeket, amelyeket csak a hálózati $\cos \varphi$ javítására használunk, szinkron-kompenzátoroknak nevezzük.

Állandó fordulatszámuk miatt a kis szinkronmotorokat, elektromos órákban, programkapcsolókban, időrelékben, regisztráló műszerek hajtására használják.

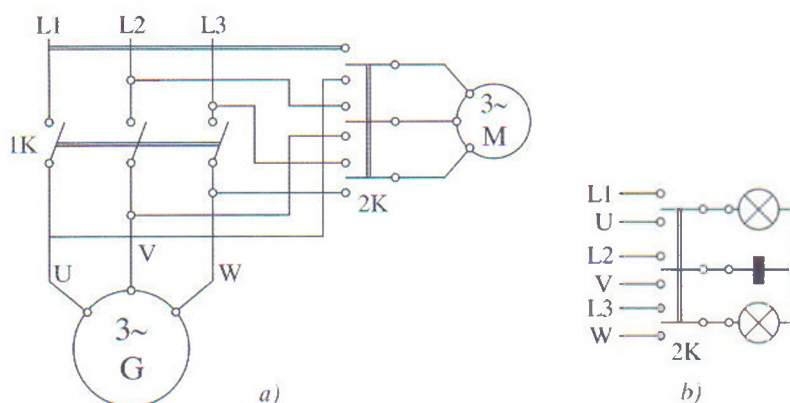
A szinkrongenerátorok párhuzamos kapcsolása

A villamos fogyasztók teljesítmény igényeit nem tudják egy generátorral kielégíteni. A generátorok nagysága sem növelhető túlzottan, a méreteknek a gyártás, a szállíthatóság határt szab. Az energiaszolgáltatás biztonsága és a nagyobb távolságok is indokolják, hogy több generátort párhuzamosan kapcsoljunk.

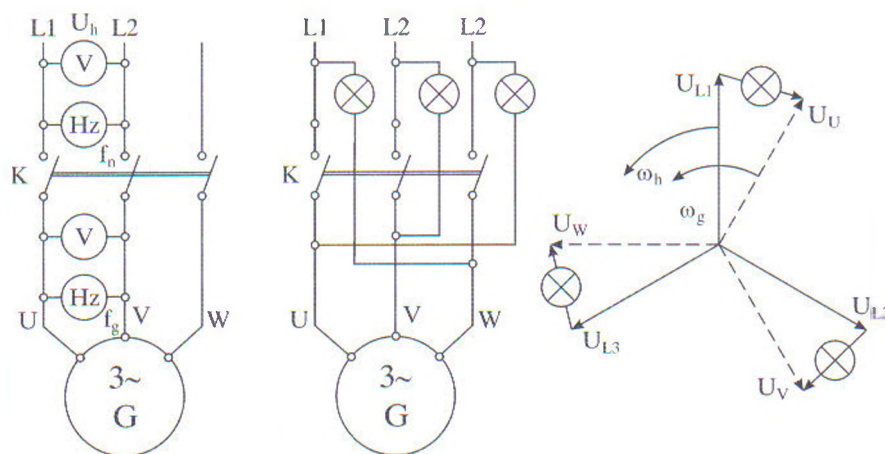
A párhuzamos kapcsolás feltételei a következők (5.4.6. a, b ábra).

1. Azonos fázissorrend (ellenőrzése fázissorrend mutatóval, kis motorral).
2. Azonos feszültség (műszerrel ellenőrizzük).
3. Azonos frekvencia (műszerrel ellenőrizzük).
4. Azonos fázishelyzet (szinkronoszkóppal, lámpakapcsolással, ellenőrizzük).

A fázissorrendet többnyire, az első összekapcsoláskor ellenőrzik, míg a többi jellemzőt a kapcsoló berendezéseken elhelyezett ellenőrző műszerekkel ellenőrzik. A hibás szinkronozás, zárlat nagyságú áramot okoz, ezért a nagyteljesítményű generátorok szinkronozását automatika végzi (5.4.7. ábra).



5.4.6. ábra. Fázisorrend ellenőrzése



5.4.7. ábra. Frekvencia-, feszültség azonosság, valamint fázishelyzet ellenőrzése

A szinkrongenerátorok üzemállapotai

A szinkrongépeknél három jellegzetes üzemállapotot különböztetünk meg.

1. Üresjárás, amikor a gép armatúra tekercseiben nem folyik áram.
2. Terhelés, amikor a gép a hálózatba valamilyen teljesítménytényezőjú energiát szolgáltat.
3. Rövidzáras, amikor a gép kapcsai közvetlen fémes összekötetésbe kerülnek.

Üresjárásban a gépet a hálózattal párhuzamosan kapcsoltuk, azonban még nem kapcsoltunk rá terhelést, ez csak átmeneti állapot. Ezt az állapotot mérési célra is használjuk, ekkor állapíthatjuk meg az üresjárási feszültséget.

Terheléskor a gépet a névleges terhelés nulla értékétől a teljes terhelésig, vagy esetleg annál valamivel nagyobb értékig terheljük. Ebben az állapotban a terhelés változásával bekövetkező, a gépre jellemző adatokat kapjuk meg.

A rövidzáras nem normális állapot, ezt mérési célokra használjuk, vagy rendkívüli üzemállapot hozza létre. Méréskor csak a névleges áramnak megfelelő nagyságú feszültséget kapcsolunk a gépre, ezzel a méréssel, a kapott eredmények ismeretében, kiszámíthatók a zárlati jellemzők.

A generátorok veszteségei

Az energiaátalakítás veszteségekkel jár. A veszteségek lehetnek:

1. Vasvesztés, amely az örvényáramú és az átmágnesezési veszteségekből áll.
2. A gerjesztőtekercs vesztesége, a tekercs ohmos ellenállásától és az áram négyzet-szeresétől függ, $I^2 \cdot R_g$. Ide tartozhat még a kefevesztés is.
3. Az állórész tekercsének vesztesége két részből tevődik össze, a tekercs ohmos ellenállásából $I^2 \cdot R_g$ és az induktív reaktanciából $I^2 \cdot X_L$.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Mit nevezünk szinkron generátornak?
2. Ismertesse a szinkron generátorok szerkezeti felépítését!
3. Rajzolja le a hengeres és a kiképzett pólusú forgórészeket!
4. Ismertesse a háromfázisú szinkron generátor működési elvét!
5. Mit jelent a generátorok párhuzamos kapcsolása és milyen feltételeket kell teljesíteni a szinkronozáshoz?
6. Ismertesse a szinkronozás feltételeinek ellenőrzését!

5.5. Aszinkrongépek

Aszinkrongépeknek nevezzük azokat a váltakozóáramú forgógépeket, amelyek fordulatszáma elmarad az állórész forgó mágneses mezejének fordulatszámától. Az aszinkron szó azt jelenti, hogy nem szinkron, vagyis tagadja az együtt-forgást.

Indukciónak azért nevezzük ezeket a gépeket, mert az állórész által létrehozott forgó mágneses tér indukál feszültséget a forgórész meneteiben. A forgórészben indukált feszültség a tekercsekben áramot hajt keresztül és ez az áram is létrehoz egy mágneses erőteret.

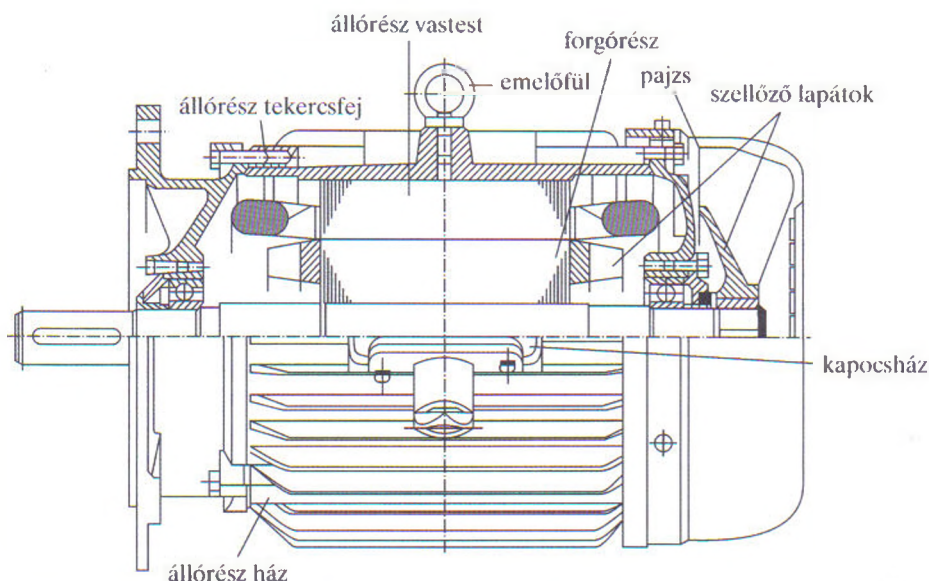
Az aszinkrongépek szerkezeti felépítése

Az aszinkronmotorok lehetnek:

1. Rövidrezárt forgórészű (5.5.1. ábra);
2. Tekercselt forgórészű motorok

valamint, egy- és háromfázisú motorok.

Az egyfázisú motorok többnyire kis teljesítményűek, többnyire háztartási vagy háztartási jellegű területen alkalmazzák azokat. Ilyenek lehetnek: mosógép-, centrifuga-, szivattyú- és szellőzőmotorok.

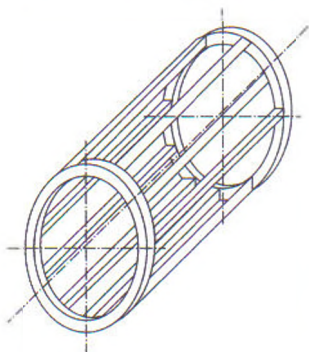


5.5.1. ábra. Rövidrezárt forgórészű aszinkron gép félnézet-félmetszeti képe

A háromfázisú motorok alkalmazási területe sokkal szélesebb, teljesítményük tágabb határok között mozog, néhány tized kW-tól, a több száz kW-ig.

Az aszinkron gépek állórésze lemezelt kivitelű, többfázisú, váltakozóáramú tekercselésű. Az állórész lemezcsomagját, a tekercsekkel együtt, az állórészház foglalja magába. Az állórészház készülhet húzott-, hegesztett acél vagy öntöttvas testből. Kisebb gépeknél – miután a ház nem vesz részt a mágneses vezetésben – alumíniumból is. A forgórész lemezelt, a horgaiban tekercselt, rudazott vagy alumíniummal kiöntött tekercsoldalak helyezkednek el.

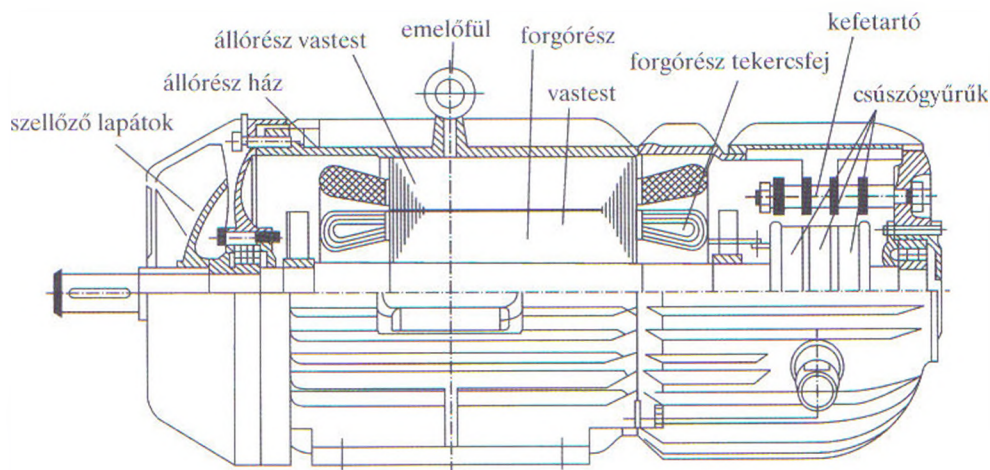
A rövidrezárt forgórészű aszinkronmotort kalickásnak is nevezik, mert az alumíniummal kiöntött vagy rúdtekercseléssel kialakított forgórész vezetői kalickához hasonló szerkezetet képeznek (5.5.2. ábra).



5.5.2. ábra. Kalicka

A tekercselt forgórész tekercselemei csillag kapcsolásúak és a tekercselemek szabad végeit csúszógyűrűkhöz vezetik ki (5.5.3. ábra).

A rövidrezárt forgórészű motorok állórésze által létesített forgó mágneses mező, a forgórész tekercseiben (tekercsoldalaiban), feszültséget indukál. A forgórészben indukált feszültség hatására a rövidrezárt menetekben folyó áram hatására, a forgórész körben is mágnesmező alakul ki. Ez a mágnesmező azonban az állórész mágnesmezeje ellen hat, azt lerontani igyekszik. Ezért a forgórész igyekszik együtt forogni az állórész mágnesmezejével, azonban azt motor üzemben, soha nem éri el.



5.5.3. ábra. Csúszógyűrűs aszinkronmotor félnézet-félmetszeti képe

Az aszinkronmotorok fordulatszáma kicsivel mindig elmarad a szinkron fordulattól. Ezt az elmaradást csúszásnak nevezzük, és s -el jelöljük

$$s = \frac{n_s - n}{n_s},$$

ahol:

n_s a szinkron fordulatszám,
 n a forgórész fordulatszáma.

Százalékban kifejezve:

$$s_{\%} = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100.$$

A csúszás nem állandó érték, a terheléstől függően változik, értéke 3...8%.

Az aszinkrongépek üzemállapotai:

- üresjárás;
- rövidzáras;
- terhelés.

Üresjárási állapotban a motor tengelyét nem terheli semmi, ekkor az állórész tekercseiben csak a mágnesmező fenntartásához szükséges nagyságú áram folyik.

Rövidzárási állapot az indításkor jön létre, ez az állapot azonban rövid ideig, addig tart, amíg a motor forgórésze forogni nem kezd. Ekkor a motor állórésze által felvett áram jelentősen csökken. Rövidzárast hozunk létre, mérési célra is. Ekkor a motor tengelyét nem engedjük elfordulni, az állórész kapcsaira szabályozott feszültséget kapcsolunk és a névleges áramerősségig, növeljük azt. A rövidzárási mérés adatai alapján kiszámíthatjuk a névleges feszültségnél fellépő zárlati áramot.

Terhelési állapotról akkor beszélünk, ha a motor az üresjárási állapot és névleges terhelhetőség közötti értékeket veszi fel. Miután az aszinkron motorok által meghajtott gépek terhelése is változik, ezért a motor terhelése is változik.

Az aszinkronmotorok indítása

A rövidrezárt forgórészű motorok többségét – a teljesítményüktől függően – közvetlenül kapcsolhatjuk a hálózatra. Ekkor csak az indításnál fellépő indulási áram szabja meg, hogy milyen hálózati és motor védelmet kell alkalmaznunk.

Általában az energiaszolgáltatók írják elő a hálózatra kapcsolás feltételeit. A jelenleg érvényes előírások szerint 4 kW-nál nagyobb teljesítményű motorokat nem szabad közvetlen hálózatra kapcsolással indítani.

Nagyobb teljesítményű rövidrezárt motorok a hálózat terhelhetőségének korlátai miatt a csillag-háromszög kapcsolásban való indítást igénylik. Ebben a kapcsolásban a háromfázisú állórész tekercseit az indításkor csillagkapcsolásba kötjük. Miután a forgórész fordulatszáma elérte a közel névleges értéket, a tekercseit háromszögbe kapcsoljuk. Csillagkapcsolásban megnöveljük az állórész ellenállását és így csökken a felvett áram nagysága is. Ugyanakkor

$$M_{iY} = \frac{M_{i\Delta}}{3} \quad I_{iY} = \frac{I_{i\Delta}}{3}$$

csökken a motor nyomatéka is (5.5.4. ábra), ahol:

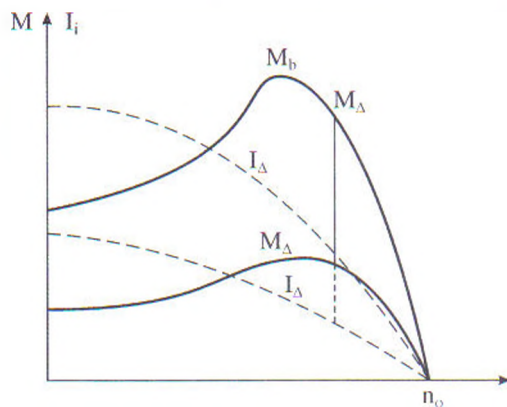
M_{iY} a motor indítónyomatéka csillagkapcsolásban,

$M_{i\Delta}$ a motor indítónyomatéka háromszöghozkapcsolásban,

I_{iY} a motor által felvett áram csillagkapcsolásban,

$I_{i\Delta}$ a motor által felvett áram háromszöghozkapcsolásban.

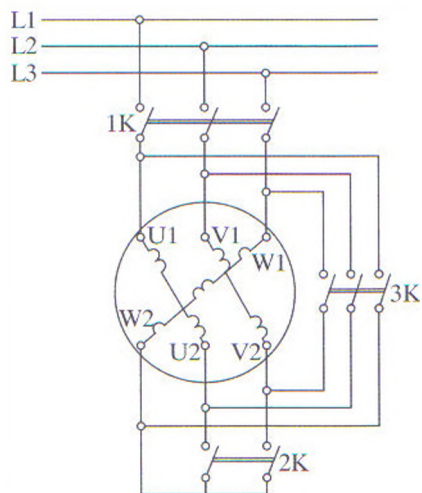
A csillag-háromszögindítást kézi vezérléssel is végrehajthatjuk, azonban az automatikus indítás a gyakoribb. A csillag-háromszög indításhoz a gyártó cégek, erre a célra készített kapcsolókészülékeket, berendezéseket gyártanak. A kapcsolóegységek egyúttal túláram védelemmel is rendelkeznek (5.5.5. ábra).



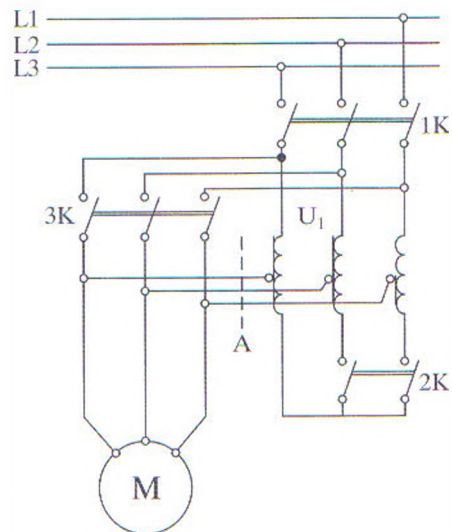
5.5.4. ábra. A csillag-háromszög indítás nyomaték-fordulatszám jelleggörbéje

A rövidrezárt forgórészű motorokat az állórészre kapcsolt szabályozott feszültséggel is indíthatjuk (5.5.6. ábra). Ezt a megoldást nagyfeszültségű és nagy teljesítményű motorok indításánál alkalmazzák. A szabályozott feszültségű indítást jelentősen megkönnyíti a félvezető technika.

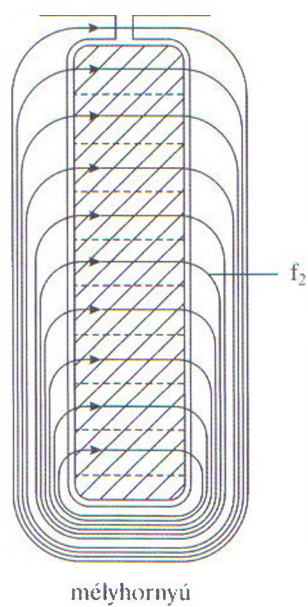
A rövidrezárt motorok forgórészének hornyaiban elhelyezett vagy kiöntött tekercsoldalok, lehetnek mélyhornyú és kétkalickás kivitelűek is (5.5.7. ábra). Ezekkel a megoldásokkal megnöveljük az indításkor a forgórész vezetőinek el-



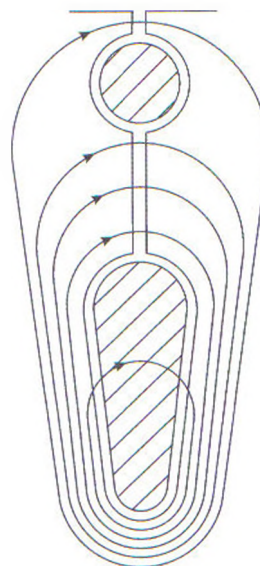
5.5.5. ábra. Rövidrezárt forgórészű motor indítása csillag-háromszögekapsolással



5.5.6. ábra. Motorindítás az állórészre kapcsolt szabályozott feszültséggel

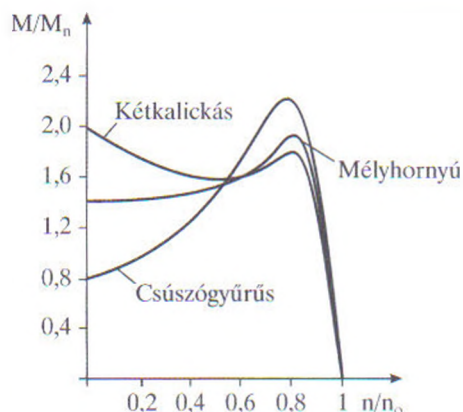


mélyhornyú



kétkalickás

5.5.7. ábra. Az áramkiszorítás elve mélyhornyú és kétkalickás forgórészben



5.5.8. ábra. Aszinkron motorok nyomaték-fordulatszám jelleggörbéje

lenállását, ezáltal csökken az állórész által felvett áram is. A mélyhornyú forgórész vezetőjét öt elemi részre bontva az abban folyó áram által létrehozott mágneses mező 1-es számú vezetője körül több mágneses erővonal alakul ki. Ennek megfelelően az egyes vezetők induktív reaktanciája a körülöttük záródó erővonalak számával lesz arányos.

A kevesebb erővonal kisebb ellenállást képvisel, az áram a kisebb ellenállású vezetőt választja. Az áram a horonyban lévő vezetőnek a horonyszáj felé eső részén halad, a hatás olyan mintha lecsökkenne a keresztmetszet. A kisebb keresztmetszethez viszont nagyobb ellenállás tartozik. A forgórész megnövekedett ellenállása miatt az állórészben kisebb áramot folyik.

A mélyhornyú és a kétkalickás motorok nagy nyomatékkal indulnak (5.5.8. ábra).

A kalickás forgórészek hornyait ferdére alakítják, ezáltal a forgórész nem „ragad” be.

Csúszógyűrűs aszinkron motorokat, a csúszógyűrűk közé kapcsolt ellenállások segítségével indítunk. A csúszógyűrűk – vagyis a forgórész körbe – kapcsolt ellenállásokkal megnöveljük a forgórész ellenállását. Az így megnövelt ellenállások segítségével az állórész árama is csökken, és a nyomatéka növekszik.

Az indító ellenállások készülhetnek, ellenálláshuzalból vagy lehetnek folyadékindítók is. A huzalból készült ellenállásokat csak rövid ideig szabad beiktatni, mert túlmelegedhetnek. A huzalok hűtésére olajhűtést alkalmazhatunk.

Folyadékindításhoz szódás vizet alkalmaznak, amely egyúttal fokozatmentes indítást tesz lehetővé.

A csúszógyűrűs motorokat kefeemelő szerkezettel illetve rövidrezáró gyűrűvel is készítik. A kefeemelő szerkezet segítségével a már névleges fordulaton dolgozó gép keféit a gyűrűről felemelik, ezáltal megszűnik a kefesúrlódás. A rövidrezáró gyűrűvel, mielőtt a keféket felemelnék, a tekercsvégeket rövidre zárják. Ezután a gép mint rövidrezárt forgórészű motor működik.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse az aszinkronmotorok szerkezeti felépítését!
2. Ismertesse az aszinkronmotorok működési elvét!
3. Csoportosítsa az aszinkronmotorokat fázisszám és szerkezetük szerint!
4. Ismertesse a csuszamlás (szlip) fogalmát és számítását!
5. Rajzolja le a csúszógyűrűs motor indítását forgórész körbe ellenállásokkal.
6. Rajzolja le a csillag-háromszög indítás kapcsolását!
7. Rajzolja le a mélyhornyú és a kétkalickás forgórész kialakítását és ismertesse az alkalmazás előnyét!
8. Ismertesse a nyomaték-fordulatszám jelleggörbét!
9. Ismertesse a háromfázisú aszinkron motorok forgásirányváltását!

Egyfázisú aszinkronmotorok

Az egyfázisú aszinkronmotorokat olyan helyen alkalmazzák, ahol csak egyfázisú hálózat van vagy a hajtott gép nem igényel túl nagy teljesítményt. A háztartásban alkalmazott gépeket (mosógép, centrifuga, házi vízellátó berendezés, lakás központi fűtésének keringető szivattyúja, stb.) többnyire ugyan csak egyfázisú motorok hajtják. Ezeken túlmenően a kerti gépek, pl. fűnyíró szintén egyfázisú motorral hajtottak.

Szerkezeti felépítésük hasonlít a háromfázisú aszinkronmotorokhoz. A különbség az, hogy az állórészen két fázistekercs található. A két tekercs közül az egyik a főfázis, a másik a segédfázis tekercs. A főfázis tekercselés a kerület kb. $2/3$ -át foglalja el. A főfázis tekercs általában állandóan hálózatra kapcsolt állapotú, míg a segédfázis tekercset csak az indításhoz használjuk. A kondenzátoros kapcsolásban a kondenzátor lehet állandóan vagy csak az indítás idejére bekapcsolt állapotú.

Az állórész tekercseket készítik egyenlő menetszámmal és huzalanyagból, vagy a segédfázis tekercset más menetszámmal illetve huzalanyagból, pl. sárgarézből.

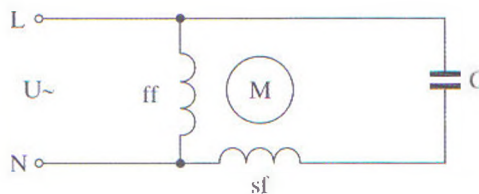
A motor, egyfázisra kapcsolva nem indul, nincs nyomatéka. Ezért olyan mágneses teret kell kialakítani az állórészen, amelyben az egyik tekercs által létrehozott mágneses tér fázisban eltér a másiktól. A fáziseltérést a segédfázissal sorbakötött ohmos ellenállással, kapacitással vagy induktivitással érhetjük el.

A legelőnyösebb a kapacitás alkalmazása, mert az egyúttal fázisszögjavító hatású is. A segédfázistekercssel sorbakötött kapcsolást mutat a 5.5.9. ábra.

Az olyan kapcsolást, amikor a segédfázissal sorbakötött kondenzátor csak az indítás idejéig van bekapcsolva indító üzemmódnak, nevezzük. A segédfázis kikapcsolását kézi kapcsoló segítségével is elvégezhetjük. A kapcsoló két billentyűvel rendelkezik, amelyek közül az egyik a főfázist kapcsolja, a másik a segéd-fázist. Az indítás után a segédfázis billentyűje visszatér az eredeti állapotba és megszakítja a segédfázis áramkörét. Egy másik megoldással a tengelyhez kapcsolt centrifugál kapcsoló, amikor a motor a névleges fordulót elérte, kikapcsolja a segédfázist. Az egyfázisú motorok többsége, állandóan bekapcsolt kondenzátorral működik. Hűtőszekrények egyfázisú motorral hajtott aggregátjait áramrelés megoldással készítik.

A tekercsek és az ellenállás vagy a kondenzátor, a főfázis és a segédfázis között fázisszöget alapvetően befolyásolja. Az egyfázisú motorok mágnesmezeje akkor ideális, ha a fáziseltolásuk 90° . A gyártók éppen ezért, általában a 90° megközelítésére törekednek.

A motor forgórésze, hasonlóan a háromfázisú aszinkron motorokhoz, lehet csúszógyűrűs vagy rövidrezárt. A forgórész fázisszáma legalább kettő, pólusszáma az állórész tekercselésével azonos.



5.5.9. ábra. Kondenzátoros üzemű segédfázisú aszinkronmotor kapcsolási vázlata. A kondenzátor állandóan bekapcsolt állapotban van

Indítókapcsolásos üzemmód

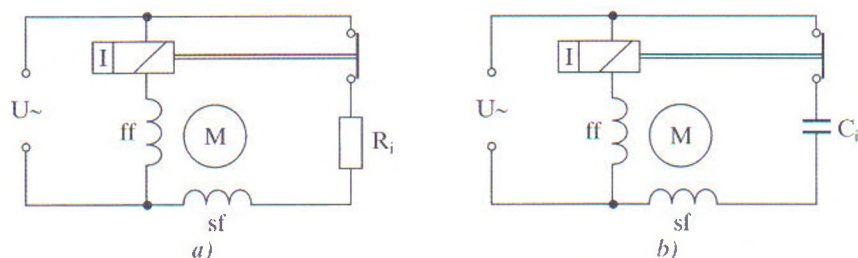
A 5.5.10. ábrán ellenállásos, illetve kondenzátoros kapcsolást látunk. Amikor a motort bekapcsoljuk, a főfázistekercsen viszonylag nagy áram folyik, mert a motor áll. A nagy áramfelvétel behúzza az áramrelét és zárja a segédfázis áramkörét. Ezáltal kialakul az időben és térben lüktető mágneses tér, a motor megindul, és az áramfelvétel csökken. Amikor az áramfelvétel olyan mértékig lecsökken, hogy nem tudja a relét meghúzni, a relé elenged, a segédfázist kikapcsolja.

Az indítókapcsolásos üzemmód főbb jellemzői:

- nagy indítónyomaték;
- viszonylag kis üzemi nyomaték.

A kis üzemi nyomaték miatt, a motor kevésbé tud alkalmazkodni a változó terhelésekhez. Túlterhelés hatására a motor kiesik a fordulattól és leáll, esetleg ismét bekapcsol az indítórelé.

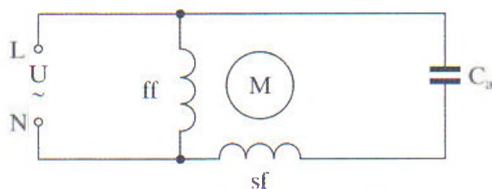
Ezt az üzemmódot olyan motorok üzemeltetésére használjuk, ahol fontos a nagy indítónyomaték.



5.5.10. ábra. Áramrelével működtetett segédfázisú indítás elvi kapcsolása

Állandó üzemi kondenzátoros üzemmód

A kapcsolási vázlatot a 5.5.11. ábrán látjuk. A vázlaton látjuk, hogy a kondenzátor, a segédfázistekercsrel állandóan bekapcsolt állapotban van.



5.5.11. ábra. Állandó üzemi kondenzátoros kapcsolás

Az állandó üzemmód főbb jellemzői:

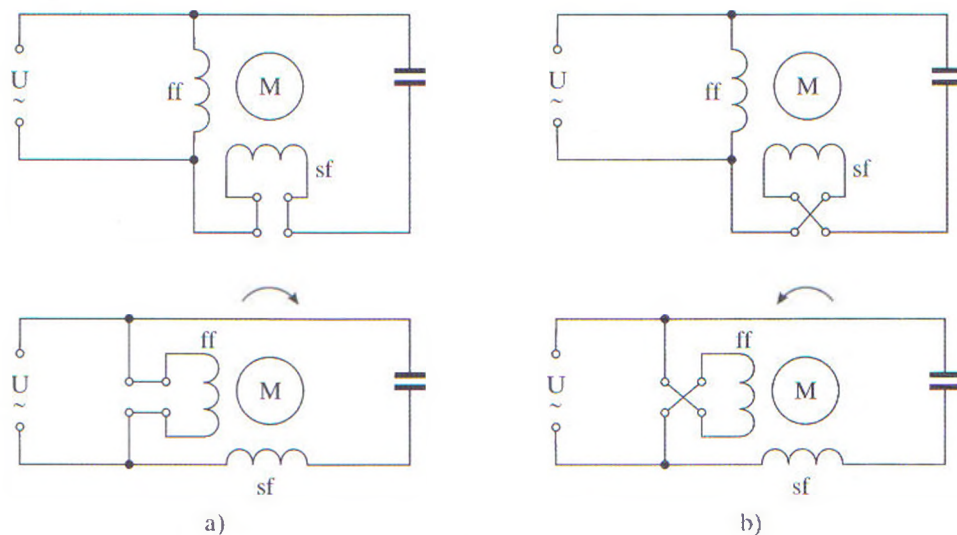
- viszonylag kis indítónyomaték;
- nagy üzemi nyomaték;
- kedvező teljesítménytényező.

A nagy üzemi nyomaték miatt a motor kiválóan alkalmazkodik a változó terhelésekhez, ezért üze me stabil. Állandó üzemi segédfázishoz a tekercset és a kondenzátort úgy kell méretezni, hogy az állandó terhelő áramot káros felmelegedés nélkül bírja.

Egyfázisú motorok forgásirányának megváltoztatása

A mágnesmező forgásirányát, a gerjesztőtekercsekben folyó áram iránya határozza meg. A segédfázisú motor forgásirányát is a gerjesztőtekercsben folyó áram iránya határozza meg.

Belátható, hogy akár a főfázis, akár a segédfázis tekercsvégeit felcseréljük, a másik tekercs kivezetéseinek változatlan hagyása mellett, a forgásirány megváltozik (5.5.12. ábra.).



5.5.12. ábra. Segédfázisú motor forgásirányváltása

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse az egyfázisú aszinkronmotor felépítését!
2. Rajzolja le az egyfázisú aszinkronmotor indításának lehetőségeit!
3. Ismertesse az állandó kondenzátoros kapcsolás előnyeit és hátrányait!
4. Rajzolja le az áramrelés segédfázisú kapcsolást!
5. Ismertesse az egyfázisú motorok forgásirányváltását!

Az aszinkronmotorok túlterhelés és zárlat elleni védelme

A motorok, túlterhelése lehet időszakos (átmeneti), vagy állandó jellegű.

Az időszakos túlterhelés, többnyire rövid ideig tart és nem jár káros hőfejlődéssel. A többlethőt, a motor szerkezeti kialakítása el tudja vezetni, ezért a gépet a hálózatról nem kell leválasztani.

Az állandó jellegű túlterhelést okozhatja, a tartósan nagyobb tengelyterhelés, a szellőzés hatékonyságának csökkenése, esetleg a környezeti hőmérséklet növekedése. Az állandó jellegű túlterhelést a gép szerkezeti részei nem tudják elvezetni, ezért a tekercselés illetve annak szigetelése károsodhat. A szigetelés romlása menetzárlathoz vezet, ami a tekercsek közötti zárlatot, fáziszárlatot okoz.

A túlterhelés elleni védelmet szolgálják a motorvédő kapcsolók, az olvadóbiztosítók, a kismegszakítók. Az előző tanulmányainkból ismerhetjük, hogy a motorvédő kapcsoló érzékenységét a felvett áramnak megfelelően beállíthatjuk. A kismegszakító típusát megválaszthatjuk, hogy gyorsan (hálózatvédő) vagy lassan (motorvédő) jellegű legyen. A kismegszakítók típusát a gyártók katalógusaiból, kiválaszthatjuk.

Az olvadóbiztosítók lehetnek gyorskiolvadású vagy lomha biztosítók. A csúszógyűrűs motorokhoz a gyorskiolvadású, a rövidrezárt forgórészűekhez lomha biztosítókat alkalmazunk, a félvezetős berendezésekhez szupergyors biztosítókat alkalmaznak.

A névleges terhelő áramok értékeit gyári adatok alapján kapjuk meg, amelyek a gép adattábláján vannak, vagy katalógusadatokból határozhatjuk meg.

Aszinkrongépek jellegzetes meghibásodásai

1. Az állórésztekercs menetzárlata helyi túlmelegedést okoz. A fázisonkénti áramfelvétellel aszimmetrikus lesz, indításkor lassan indul, terheléssel esetleg nem is indul meg. Azonnal le kell kapcsolni a hálózatról, nehogy további szigetelésromlás miatt az egész tekercselés leégjen.

2. Az állórész fáziszárlat a tekercsfejek szigetelésénél, többretegű tekercselésnél magában a horonyban vagy a kapocsszekrényben jöhet létre. A fáziszárlat lehet egyszárlat, kétszárlat és háromszárlat. A fellépő zárlati áram kísérője villamos ív, amely a kapocsszekrényben robbanást okozhat. A védelemnek gyorsan le kell választani a gépet a hálózatról.

3. Az állórész testzárlatát okozhatja a sérült horonyszigetelés, a tekercskivezetések szigetelésének mechanikus sérülése. Okozhatja a túlfeszültség hatására bekövetkező átütés, átnedvesedés vagy az elégtelen, szellőzésből eredő túlmelegedés.

A testzárlat üzemzavart nem okoz, de balesetveszélyes, ezért 50 V váltakozó-feszültség felett a motor fémtestét védővezetőhöz kell csatlakoztatni. Jól működő érintésvédelem mellett a motor rövid időn belül feszültségmentes állapotú lesz.

4. Állórész vaszárlat akkor következhet be, ha a lemezzelt vastest szigetelése elromlik, esetleg a helyi örvényáramok miatt felizzik és összeheged.

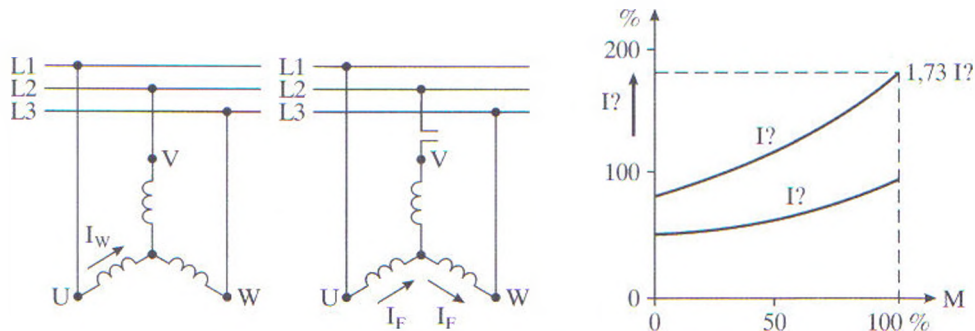
Csapágykopás következtében a forgórész súrlódik az állórészhez és elkeni a lemeztestet, ez is vaszárlatot okoz. A melegedés következtében a tekercs szigetelése is hibás lesz, zárlat a következménye.

Hasonló hibák a forgórészben is bekövetkehetnek, a hibákat a forgórész egyenetlen forgásából, erőteljes melegedésből és az állórész által felvett áram jelentős növekedéséből ismerhetjük fel.

Üzem közben tapasztalható hibalehetőségek

1. Szakadás a csillag- illetve háromszög kapcsolású állórész tekercselésben. Ebben az esetben a motor egyfázisú üzembe kerül. Ez akkor is bekövetkezik, ha az egyik fázisvezető védelme (olvadóbiztosító, kismegszakító) leold. A motor zajossá válik, teljes terhelés mellett sokkal nagyobb áramot vesz fel, ezért túlmelegszik. Újraindításkor a forgórész nem tud indulni, rezeg, mivel nincs kellő nagyságú indítónyomatéka (5.5.13. ábra).

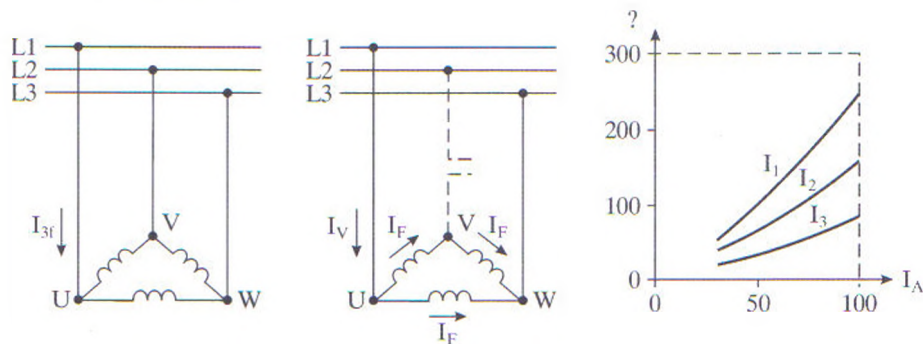
A motor állórészét az épen maradt fázistekercsekre jutó vonali feszültség táplálja, a gép egyfázisú üzembe kerül. A tekercsszakadás után a motor áramfelvétele a névleges áram 1,73-szorosára, emelkedik. Ezt az üzemet legfeljebb néhány percig viseli el a gép, a gyors felmelegedés miatt a tekercsek leégnek.



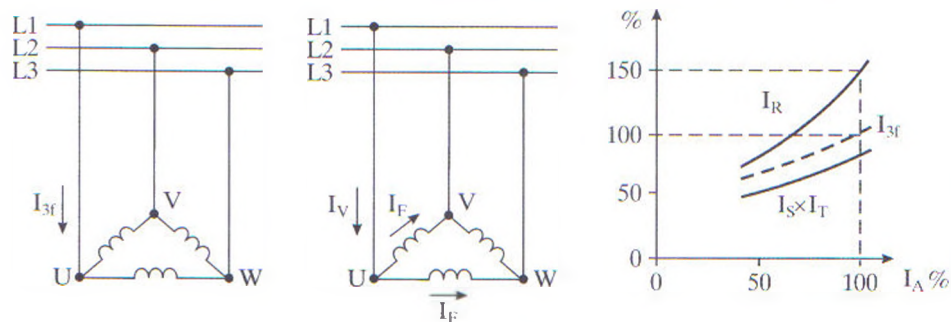
5.5.13. ábra. Szakadás a csillagkapcsolású tekercselés egyik fázisában

2. Szakadás a háromszög kapcsolású állórész tekercselés egyik hálózati csatlakozásában. A motor két fázisról kap táplálást, miközben két tekercseleme soros kapcsolásba került. Az egyik tekercs teljes vonali feszültséget kap, míg a két tekercsre csak fél-fél feszültség jut. Azonos terhelés mellett a tekercsek az eredeti áramfelvételhez képest kb. 2,5-szeres értéket vesznek fel (5.5.14. ábra).

3. Szakadás a háromszögbe kapcsolt motor egyik fázistekercsében. Az U-V tekercsvégek között, valamint az U-W kapcsok közötti tekercsre vonali feszültség jut, azonban a két tekercs nagyobb áramot vesz fel. Továbbra is terhelhető a motor, a terhelés kb. 85%-ával (5.5.15. ábra).



5.5.14. ábra. Szakadás a háromszög kapcsolású tekercselés egyik fázisában



5.5.15. ábra. Szakadás a háromszög kapcsolású tekercselés egyik tekercsében

Váltakozóáramú kommutátoros motorok

A háromfázisú kalickás aszinkron motorok előnyös tulajdonságaik révén szinte egyeduralomra tettek szert az állandó fordulaton üzemelő váltakozóáramú hajtások területén. Ha azonban fordulatszám-változtatási igényrel lépünk fel, ez a beruházási költség jelentős növekedésével jár.

A különleges igényű villamos hajtásokhoz szerkesztették az egy-, ill. háromfázisú kommutátoros motorokat. Ezekkel egyszerűen, veszteségmentesen, tág határok között változtatható a fordulatszám. Aránylag kis indítási áramok mellett biztosítható a minden üzemi igényt kielégítő nagy indítónyomaték.

A váltakozóáramú kommutátoros motorok olyan váltakozóárammal táplált gépek, amelyek forgórészén az egyenáramú gépekhez hasonló tekercselés és kommutátor van. A kommutátor és a kefék jelenléte már egymagában csökkenti a gép üzembiztosságát, ha a váltakozó áramnál jelentkező kommutációs nehézségektől egyelőre el is tekintünk. Ezek a gépek szerkezeti felépítésüknél fogva és az aktív anyagok csökkentett kihasználása miatt más gépekhez viszonyítva drágák és túlterhelésekre érzékenyek (kefeszikrázás). Karbantartási igényük viszonylag nagy, és csak teljesen tiszta levegőjű környezetben üzemeltethetők.

Energiaipari alkalmazásuk, kivételes esetektől eltekintve, fenti okokból nem javasolható, de pl. textilüzemekben igen elterjedt motortípus.

Amennyiben háromfázisú hálózat áll rendelkezésre, célszerű a jobb anyagkihasználású és időben állandó nyomatékot adó háromfázisú kivített választani. Az egyfázisú hálózatokon azonban meg kell elégedni a lüktetőnyomatékot adó, zajosabb üzemű, kevésbé kihasznált, tehát valamivel drágább egyfázisú kommutátoros motorok alkalmazásával. Az egyfázisú kommutátoros motorok alkalmazási területe többnyire a törpemotorok teljesítménytartományára korlátozódik (háztartási gépek, irodagépek) ezek között gyakran félvezetős fordulatszám szabályozást alkalmaznak. Ipari célokra már rendszerint háromfázisú gépeket alkalmaznak. A nagyvasúti üzemből pedig a vezérelt egyenirányítós rendszer elterjedése kiszorítja ezt a viszonylag kényes üzemű gépet.

Kommutátoros motorok szerkezete

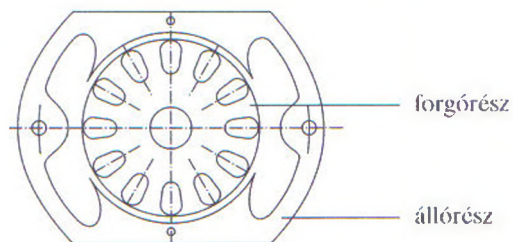
Az egyenáramú motorok mágneses körének az a része, amely nincs kitéve váltakozó mágnesezésnek, tömör vasmagból is készíthető, így az állórészkoszorú öntött vagy hengerelt acélból van. A fő- és segédpólusok korszerű gépekben lemezeltek. A forgórészvástestet az armatúratekercselésben folyó váltakozóáramok miatt feltétlenül lemezelni és a lemezeket egymástól megbízható módon szigetelni kell.

A váltakozóárammal táplált kommutátoros motorok teljes mágneses körét lemezelni kell, mert itt nemcsak az armatúramező, hanem a gép főmezeje is időben változik. Ha a tömör állórészű gépet váltakozó feszültségről gerjesztenénk, a koszorú rövid idő alatt erőteljesen felmelegedne.

Az egyfázisú apró motorok állórésze kiálló pólusú éppúgy, mint az egyenáramúaké. A koszorút és a pólusokat egy darabból sajtolják (5.5.16. ábra). A forgórész-lemeztest félig zárt hornyokkal készül. Ezeket a motorokat rendszerint egyen-, és váltakozóáramról is lehet működtetni, ezért *univerzális motoroknak* is nevezik őket. Az egyfázisú kommutátoros motorokat kb. 300...400 W teljesítményig készítik, kiálló pólusokkal. Nagyobb teljesítményű motorokba az armatúravisszahatás ellensúlyozására kompenzáló teker-

cselést is kell beépíteni. Az ilyen gépek állórészének lemeztestén hasonló hornyok vannak, mint az indukciós motorokén. A főpólus és a kompenzáló tekercselés tengelyvonala villamos 90° -ra van egymástól.

A háromfázisú kommutátoros motorok forgómezős gépek, állórészük pontosan megegyezik az indukciós motorok állórészével.



5.5.16. ábra. Kisteljesítményű váltakozóáramú motor álló-, és forgórész lemeztete

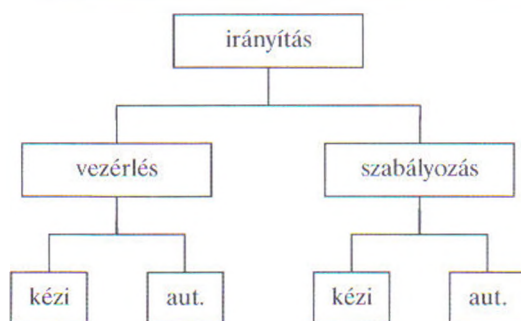
6.

Vezérlések és szabályozások alkalmazása

Egy műszaki folyamat irányításán mindazokat a műveleteket értjük, amelyek a folyamat elindítására, fenntartására, megváltoztatására, illetve megszüntetésére szolgálnak.

Az irányítástechnika a műszaki tudományok azon ága, amely a folyamatirányítás elméleti törvényszerűségeivel és műszaki megoldásaival foglalkozik.

A folyamatirányítás – jellege szerint – vezérlés vagy szabályozás lehet.



A folyamatirányítás felosztása

Valamely folyamat *vezérlése* akkor kezdődik el, amikor az indítójel hatása végigfut a vezérlési rendszeren és a vezérelt berendezés a kívánt állapotba kerül.

A *folyamatszabályozás* során a folyamat valamely jellemzőjének érzékelése alapján kapott jel, visszahat a folyamatra és így a folyamat szabályozni kívánt jellemzője, megváltozik.

A folyamatirányítás mindkét változata lehet kézi vagy automatikus.

6.1. A vezérlés és szabályozás fogalma, feladata, jellemzői

Kézi *vezérlés* esetében a szükséges indítójelet az operátor (személy) adja, illetve a vezérlési műveletet maga az operátor végzi el. Az adott folyamat kézi *szabályozásakor*, a folyamat jellemzőjét ugyancsak az operátor érzékeli és avatkozik be a folyamatba. A beavatkozás célja a kívánt jellemző megfelelő értékűre való beállítása.

Önműködő (automatikus) a vezérlés, ha az indítójelet valamilyen kapcsoló elem (pl. kapcsoló óra) szolgáltatja. Az adott folyamat automatikus szabályozása-kor, a szabályozni kívánt jellemző értékét, az érzékelő szerv érzékeli. Az érzékelés után a szabályozással, a folyamat jellemző értéke beáll.

Az irányítási művelet – a kézi és az automatikus vezérlés, valamint a szabályozás – egyaránt lehet:

- *érzékelés*, információszerzés az irányított folyamatról;
- *kiértékelés*, a kapott információ feldolgozása;
- *rendelkezés*, a kiértékelés alapján a döntés kialakítása;
- *beavatkozás*, a vezérelt berendezés állapotának, illetve a szabályozott jellemző megváltoztatása.

Az irányítási folyamat általános elvi felépítésének bloksémáját a 6.1.1. ábrán láthatjuk.

Folyamatvezérléskor az információt nem a folyamatból merítjük.

Folyamatszabályozáskor viszont az információ a folyamatból származik.

Kézi irányításnál a kiértékelést feltétlenül, a beavatkozást esetlegesen az ember végzi.

Automatikus az irányítás, amikor az irányításhoz sem emberi érzékelésre, illetve kiértékelésre, sem emberi beavatkozásra nincs szükség.

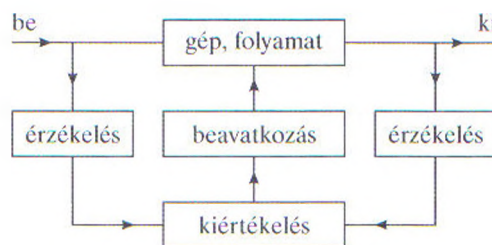
A folyamatirányítási rendszer összetettsége alapján beszélhetünk egyedi gépek (műveletek), gépláncok (műveletláncok), géprendszerek illetve a folyamatok komplex irányításáról. Az egyedi és a komplex irányítás is lehet kézi vagy önműködő, illetve vezérlés vagy szabályozás. Mind gyakrabban ezek bonyolult kapcsolata.

A komplex irányítás – széles körben elterjedt – kézi irányítású változata a központi diszpécser-irányítás. Ennek során a különféle gépek állapotát és a folyamatok jellemzőit regisztráló jelzőberendezéseket és műszereket a diszpécserasztalra összpontosítják.

A jelzőberendezések áttekintésével a kezelő (operátor) általános érvényű döntéseket tud kialakítani és a távvezérlésű beavatkozó szervek segítségével avatkozik be a folyamatok rendszerébe.

Az önműködő komplex irányítás – tekintettel a számos berendezés, folyamat jellemzőire, valamint a kiértékelés hatalmas és a igen rövid időn belül elvégzendő műveleteire – számítógépekkel történik.

Az irányítástechnikai rendszerek tehát két nagy csoportra: a vezérléstechnikai és a szabályozástechnikai rendszerekre oszthatók.



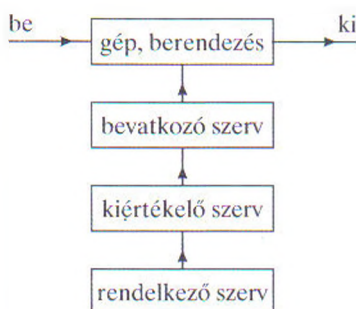
6.1.1. ábra. Az irányítási művelet elemei

6.1.1. A vezérlés alapelve

A vezérlés lényege és a vezérlőberendezések működési elve jól körülhatárolható.

Amennyiben a vezérelt gép, üzemi állapotát meg akarjuk változtatni, a rendelkező szerv (pl. nyomógomb) által adott jel a kiértékelő szervre kerül. A kiértékelő szerv által adott beavatkozó jel a beavatkozó szervet (pl. mágneskapcsoló) működteti, amely megváltoztatja a vezérelt gép, berendezés állapotát.

A bemenő rendelkező jel hatása tehát végigfut a vezérlési hatásláncon és létrejön a beavatkozás. A rendelkező jelet általában nem a vezérelt gép vagy folyamat szolgáltatja. A vezérlés hatásláncában visszacsatolás nincs, a vezérlési hatáslánc nyitott (6.1.2. ábra).



6.1.2. ábra. A vezérlési hatáslánc vázlata

A vezérlési feladat ellátásához szükséges vezérlési hatáslánc a következő elemeket tartalmazza:

- *Rendelkező szerv* (pl. nyomógomb), amely kézi vezérléskor *indítójelet* szolgáltat a vezérlési lánc részére.
- *Érzékelő szerv* (pl. termosztát), amely a hatáslánc részére, automatikus vezérléssel szolgáltatja az *indítójelet*.
- *Jelformáló szerv* (pl. elektronikus relé), amely a beállított hőmérséklet elérésekor az áramkör érintkezőit zárja, majd kibocsátja a *rendelkező* jelet.
- *Erősítő*, amely a rendelkező jelet működtetésre alkalmas *beavatkozó* jellé felerősíti.

- *Beavatkozó szerv* (pl. mágneskapcsoló), amely a kívánt vezérlési műveletet (pl. a motor bekapcsolását) végrehajtja.

A vezérlési hatáslánc legfontosabb jellemzői:

- a *vezérelt jellemző*, a vezérelt gép vagy folyamat azon paramétere, amelyet megváltoztatni kívánunk (pl. a helyiség hőmérséklete, gép vagy berendezés ki- vagy bekapcsolása);
- a *módosított jellemző*, a vezérelt gépet vagy folyamatot érintő külső hatások (pl. hőmérséklet-változás, a motor bekapcsolásának szükségessége), ami a vezérlési hatáslánc működését indokolja.

6.1.2. A vezérlés módjai

A vezérlési rendszereket az indítójelet létrehozása szerint kézi és automatikus (önműködő) vezérlésekre osztjuk fel.

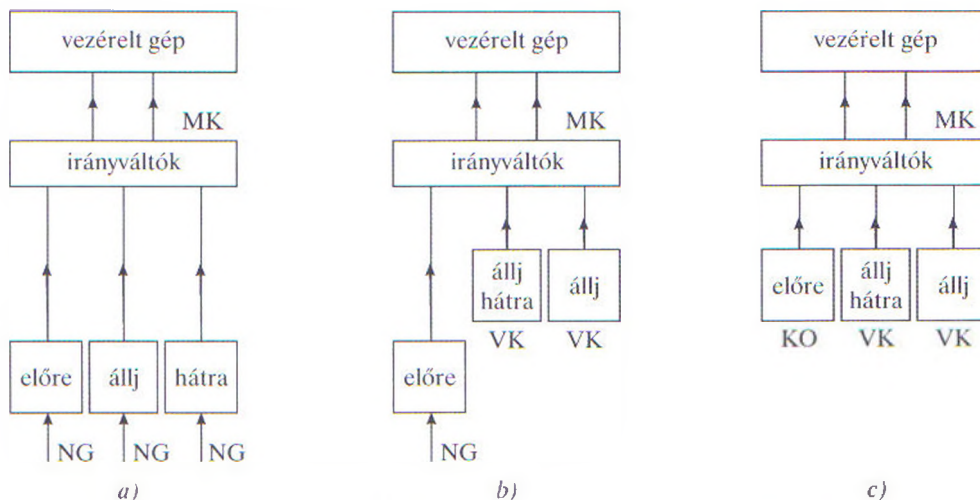
Kézi vezérléskor az indítójelet (pl. nyomógomb megnyomásával, kapcsolókar elfordításával) a kezelő személy adja ki. A vezérlési folyamat indítása, fenntartása, megváltoztatása, és megállítása a kezelő személy feladata.

Automatikus vezérléskor a vezérléshez szükséges indító jelet a vezérlési rendszer szolgáltatja (időérzékelő kapcsolók, relék, hőfok-, nyomás-, elmozdulás érzékelő elemek). A vezérlési folyamat indítása, fenntartása, megváltoztatása és megállítása emberi beavatkozást nem igényel.

A vezérlések egy részében a vezérlési rendszerek automatika elemeket is tartalmaznak, de bizonyos emberi beavatkozást is igényelnek (a folyamat indítása, technológiai feltételek ellenőrzése). Az ilyen jellegű folyamatokat félautomatikus vagy részlegesen automatizált vezérlésnek nevezzük. A kézi, félautomatikus és az automatikus vezérlés szemléltetésére nézzük meg a 6.1.3. ábra vázlatait.

Kézi vezérlés esetében a gépkezelő a nyomógomb megnyomásával megindítja, majd a forgácsoló művelet befejeztével leállítja az orsót. Ezután az ellenkező irányba – hátrafelé – indítja a berendezést.

*Félautomatikus vezérlés*nél az irányváltást és az eredeti helyzet elérésekor a leállítást, a végálláskapcsolók beiktatásával automatikussá tehetjük. A folyamat újbóli beindításához azonban, újból kézi indítójelet szükséges.



6.1.3. ábra. Irányváltoztató mozgást végző berendezés hatásvázlatai

a) kézi, b) félautomatikus, c) automatikus

MK – mágneskapcsoló, NG – nyomógomb, VK – végálláskapcsoló, KO – kapcsolóóra

Automatikus vezérléskor az indítási jelet is a vezérlési rendszer szolgáltatja (pl. kapcsolóóra beiktatásával), így emberi beavatkozás nem szükséges.

6.1.3. Vezérlési rendszerek felosztása

Követő vezérlésre, amikor az indítójelet érzékelő elemek szolgáltatják. Például egy szállítószalag rendszerben az egyes gépek, az anyag megjelenését érzékelő nyomáskapcsolók indítójelei hatására, megindulnak, illetve leállnak.

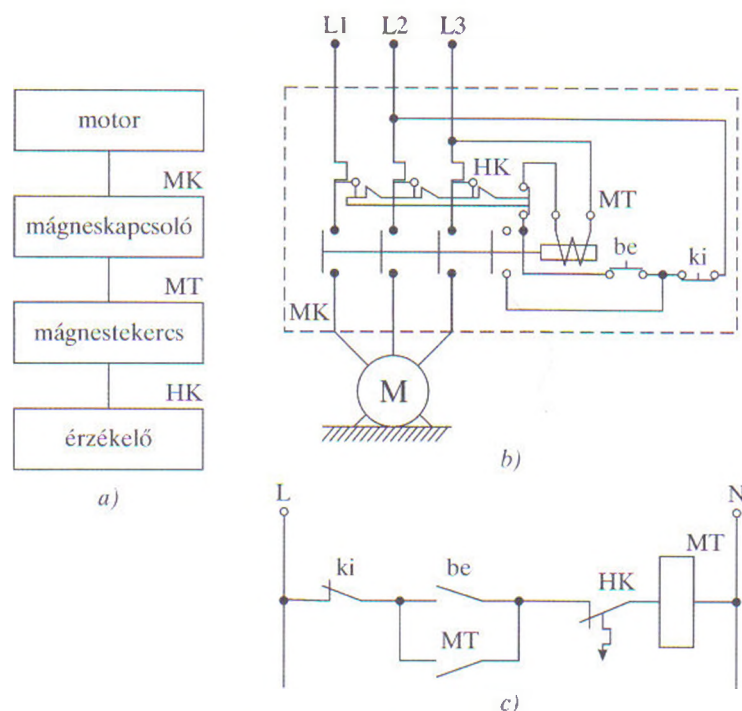
Menetrendi vagy programvezérlésnél az indítójel előre meghatározott. Az indítójel, a vezérlési rendszer jellegétől függően időterv szerint változik, vagy a vezérelt folyamat állapotától függ. Ennek megfelelően időterv vezérlést és lefutó-vezérlést különböztetünk meg.

Az időterv vezérlésben az indítójeleket, az időtervet magába foglaló automatikaelem (kapcsolóóra, programtárcsás időrelé stb.) szolgáltatja. Az előre meghatározott időtervnek megfelelő időpontokban, a vezérlési rendszer, a kívánt kapcsolási műveletet végzi el. Például mosógép hajtómotor indítását, leállítását, forgásirányváltását.

Lefutó vezérlésnél az indítójeleket a külső környezet, illetve a vezérelt folyamat állapotának jellemzői szolgáltatják. A folyamatra jellemző értékek betartását, az anyag és a feldolgozás hőmérsékletét, a nyomást, az anyagszintet is előre programozhatjuk a különféle érzékelőelemek beállításával.

A vezérlési rendszerek feladatai

A villamos vezérlőberendezések elsődleges feladata a villamos motorok, készülékek, jelző, mérő, működtető berendezések be- és kikapcsolása. A legegyszerűbb esetben egyetlen motor kell beindítani, minden különösebb feltétel nélkül.



6.1.4. ábra. Villamos motorok túlterhelés elleni védelme
a) hatásvázlat, b) kapcsolási vázlat, c) vezérlés vázlata

Összetettebb vezérlési rendszerekben a beindítandó motor, csak egyéb motorokkal együtt, vagy más megoldás szerint a motorok álló állapotban (reteszelve) kapcsolhatók.

A villamos vezérlőrendszerek közé tartoznak a *védelmi feladatok* (funkciók). A hőkioldóval ellátott motorvédő kapcsoló például önmagában is automatikus védelmi vezérlésnek tekinthető. A kettősfém (bimetall) hőkioldó érzékeli az áramfelvétel megnövekedését. Amennyiben az áram a megengedett érték fölé emelkedik, a hőkioldó HK érintkezője megszakítja az MT mágnesstekercs áram-körét. A tartósan túlterhelt vagy zárlatos motort az MK mágneskapcsoló lekapcsolja a hálózatról (6.1.4. ábra).

Lényegében védelmi feladatot látnak el a különféle fotocellás vezérléstechnikai kapcsolások (pl. az olaj- és gázgők lángvédelmi egységei). Megtaláljuk az önműködő vezérlési elemeket és kapcsolásokat az érintésvédelmi rendszerekben, a vagyonvédelmi berendezésekben.

A vezérléstechnikai feladatok bonyolultsága szempontjából a legmagasabb szintet a számítógépes, a programozható logikai áramkörös (PLC) vezérlések jelentik.

6.1.4. A vezérlési rendszerek csoportosítása

A különféle vezérlési rendszereket a rendelkező, érzékelő és beavatkozó szervek működése szerint csoportosítjuk.

A rendelkező, érzékelő és beavatkozó elemek működési módjuk szerint lehetnek:

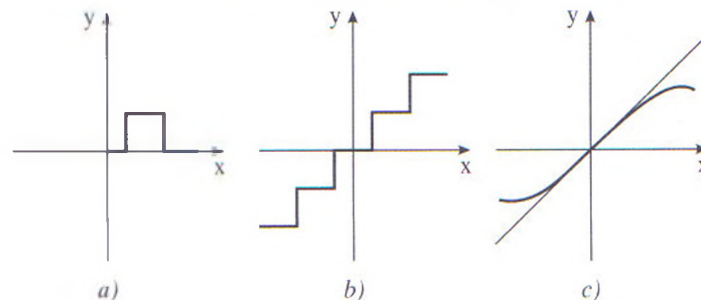
- kétállású elemek;
- több állású elemek;
- folytonos működésű elemek.

A kétállású elemekkel áramkörök zárása és nyitása, be-, vagy kikapcsolása, általában *igen-nem* jellegű feladatok oldhatók meg. Kétállású elemek a nyomógombok, a ki-, és bekapcsolók, nyomás- és hőkapcsolók stb. Kétállású beavatkozó elemek a mágneskapcsolók, elektromágneses szelepek, az egy irányba forgó szervomotorok stb.

Többállású elemekkel többféle kapcsolási művelet, például előre-hátra menet, állj üzemmód, gyenge-közepes-erős fűtési fokozat, plusz-nulla-mínusz jellegű feladatokat oldhatunk meg. Többállású rendelkező elemek a három- vagy többállású kapcsolók, a polarizált relék, a többfokozatú nyomáskapcsolók. Többállású beavatkozó szervek az irányváltó kapcsolók, csillag-háromszög kapcsolók, a pozitív és negatív irányba forgó szervomotorok.

A folytonos működésű elemek közös jellemzője, hogy az általuk kiadott jel, ellentétben az előbbi elemekkel, nem fokozatokban, hanem folyamatosan változik. Folytonos működésű rendelkező elemek a fotocella, az ellenállás-hőérzékelő, stb. Folytonos működésű beavatkozó elemek a változó fordulató, váltakozó áramú vagy egyenáramú szervomotorok.

A vezérlési hatáslánc bemeneti (indító) és kimeneti (beavatkozó) jele közötti összefüggések a 6.1.5. ábrán látható függvénykapcsolatokkal ábrázolhatók.



6.1.5. ábra. Vezérlési rendszerek jellemzése a bemenő és a kimenő jel közötti összefüggéssel
a) kétállású vezérlés, b) több állású vezérlés, c) folytonos vezérlés
X- bemenőjel, Y- kimenőjel

Érintkezős készülékekkel felépített vezérlések

A vezérlési rendszerek általában nagyszámú készülékből épülnek fel. Az egyes készülékek, több más készülékkel is kapcsolatban állhatnak. A vezérlési jel haladási irányát követve megkülönböztethetők:

- *információt kiadó*, érzékelő-, rendelkező szervek;
- *információt feldolgozó*, átalakító szervek;
- *beavatkozószervek*;
- *járulékos szervek*, a vezérlőberendezés állapotainak kijelzésére és védelmi feladatok ellátására.

A készülékeket, szerveket és építőelemeket, a vezérlési rendszerben elfoglalt szerepük alapján vizsgáljuk. Azokat a berendezéseket nézzük meg, amelyeknek villamos kimenetük van.

Érzékelők, amelyeket a mérőhelyekre építenek be és a mért fizikai mennyiséget többnyire egy másik, jól továbbítható fizikai mennyiséggé alakítanak át.

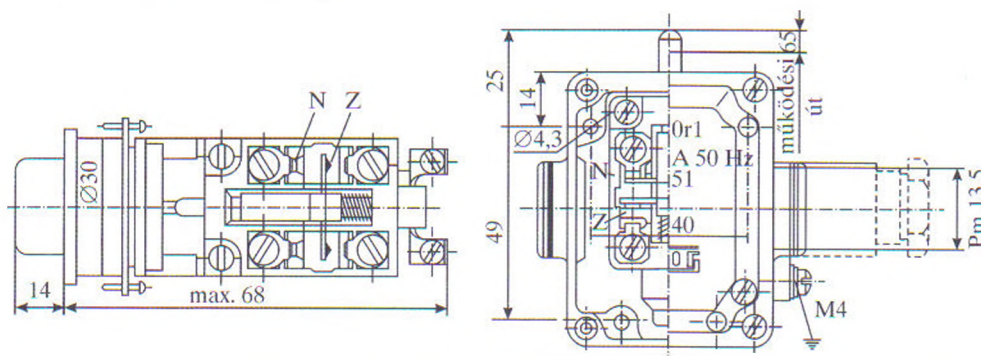
Az érzékelők lehetnek folytonosan és szakaszosan működők. Folytonosan működő érzékelők:

Rendelkezőszervek kézi vagy automatikus működtetésűek lehetnek. Sok rendelkező-, parancsadó szerv van:

- nyomógombok;
- kézi működtetésű kapcsolók;
- vezérlőkapcsolók;
- mesterkapcsolók;
- távátvevő elemek;
- programadók villamos kimenőjellel;
- alapjelképzők villamos kimenőjellel;
- helyzetkapcsolók.

Az ide tartozó gyártmányok fontosabb jellemzői:

- záró-, illetve nyitóérintkezők száma;
- az érintkezőkre megengedett legnagyobb áramerősség és feszültség;
- a szerelés módja (süllyesztett vagy nem süllyesztett);
- a védettség foka (nyitott, zárt, pormentes, vízmentes);
- csatlakozási lehetőség;
- szükséges fő méretek és tömeg;
- az érintkezőkre vonatkoztatott kapcsolási gyakoriság;
- felerősítő furatok, kivágások méretei;
- szerelési, beállítási helyzet.



6.1.6. ábra. Erősáramú nyomógomb (a) és végálláskapcsoló (b) szerkezeti vázlata

Relék, jelfogók az információ feldolgozása és a logikai döntés megvalósítása során a beérkezett jeleket tárolják, átalakítják, erősítik, elosztják. A relék, jelfogók a vezérlések hagyományos építőelemei. A relék kiválasztáshoz szükséges jellemző adatok:

- típus;
- névleges teljesítmény, (W);
- áramnem;
- névleges tekercsfeszültség, (V);
- névleges szigetelési feszültség, (V);
- meghúzási idő, (ms);
- elengedési idő, (ms);
- kapcsolások száma másodpercenként, (1/s);
- az érintkezők megszakítási teljesítménye, (W);
- a mechanikai élettartam;
- az érintkezők száma (nyitó, záró).

Beavatkozószervek közvetlenül befolyásolják a vezérelt berendezést. A működésükhöz használt segédenergia szerint a beavatkozószervek lehetnek: villamos, pneumatikus és hidraulikus működtetésűek.

A mágneskapcsolók villamos működtetésű beavatkozószervek. Feladatuk a nagyobb teljesítményű fogyasztók be-, illetve kikapcsolása. Kiválasztásuk jellemzői:

- névleges feszültség;
- névleges áramerősség;
- kapcsolási teljesítménymegengedett kapcsolási gyakoriság.

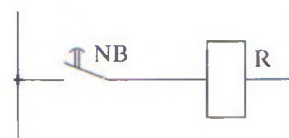
A gyártó cégek katalógusaikban, tervezési segédleteikben megadják a mágneskapcsolók kiválasztáshoz szükséges adatokat, jelleggörbéket, alkalmazási ajánlásokat.

Járulékos szervek a vezérlő- és a vezérelt berendezésben, a szervek állapotainak jelzésére, valamint védelmi feladatok ellátására szolgálnak. Jelzőlámpák számos változatai, világításémák, állásjelzők, hangjelzők, védelmi szervek (olvadóbiztosítók, kismegszakítók, hőkioldók, túlfeszültség levezetők stb.).

Vezérléstechnikai alapkapsolások

1. Közvetlen vezérlés (6.1.7. ábra).

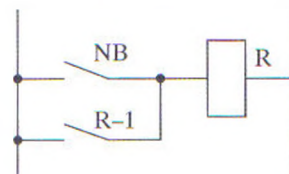
Az NB nyomógommbal zárjuk az R relé áramkörét, amely meghúz. Az NB nyomógombot elengedve, a relé elenged. A kapcsolást kiegészíti egy záró érintkező, amely az öntartást biztosítja.



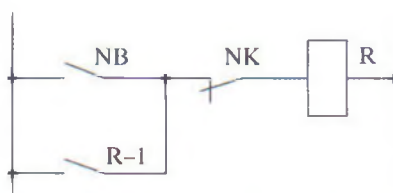
6.1.7. ábra. Közvetlen vezérlés

2. Öntartó vezérlés (6.1.8. ábra).

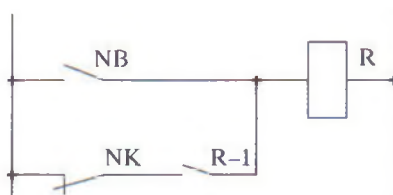
A relét szereljük fel egy segédérintkezővel R1. Az NB nyomógomb meg-nyomásával a relé meghúz, a segédérintkező zár, és áthidalja a nyomógombot. A nyomógomb elengedése után a relé áramköre zárt marad. Ez a kapcsolás csak a feszültség megszűnése után szakad meg.



6.1.8. ábra. Öntartó vezérlés



6.1.9. ábra. Elengedésre kitüntetett kapcsolás



6.1.10. ábra. Meghúzásra kitüntetett kapcsolás

3. Elengedésre kitüntetett kapcsolás (6.1.9. ábra).

Az NB nyomógomb megnyomása után a relé meghúz, az R1 öntartó érintkező zár. Így a relé a nyomógomb elengedése után is működik.

A relé működtető áramkörét az NK nyomógombbal megszakítjuk, a relé a segédérintkezők kapcsolatát megszakítja. Ezzel a kapcsolással, a bonyolultabb áramkörök többi kapcsolója továbbra is működhet, nem kell a feszültséget kikapcsolni. Amennyiben mind az NB, mind az NK nyomógombot egyszerre nyomnánk meg, az NK parancsa az erősebb, a relé nem húz meg.

4. Meghúzásra kitüntetett kapcsolás (6.1.10. ábra).

A következő ábrán az NK nyomógombot sorba kötöttük az R1 segédérintkezővel, ezért az NB nyomógombbal a relé áramkörét zárhatjuk, vagyis a NB parancsa az erősebb.

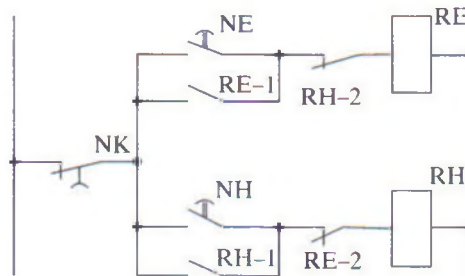
5. Villamosan reteszelő kapcsolás (6.1.11. ábra).

Az áramkörök kialakításakor sokszor szükséges olyan kapcsolásokat létrehozni, amelyek során nem kapcsolhatunk be egyszerre két kapcsolót, áramkört.

Ilyen kapcsolást igényelhet a pl. a forgásirányváltás.

Az NE előremenet nyomógombjának benyomásával az RH2 nyitóérintkezőn keresztül az RE relé meghúz., és RE1 segédérintkezővel öntartásba lép.

A meghúzással egyidőben, az RE2 nyitóérintkező bontja az RH hátramenet relé áramkörét. Ezután az NH nyomógomb benyomásával nem tudjuk bekapcsolni az RH kapcsolót, mert az RE2 megszakította a hátramenet áramkörét.



6.1.11. ábra. Villamosan reteszelő kapcsolás

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse a folyamatirányítás felosztását!
2. Mi a különbség a vezérlés és a szabályozás között?
3. Ismertesse a vezérlési hatásláncot és annak részeit!
4. Milyen módokat különböztetünk meg a vezérléseknél?
5. Hogyan oszthatjuk fel a vezérléseket?
6. Ismertesse a vezérlési rendszerek csoportosítását!
7. Sorolja fel a vezérlési rendszerek rendelkezőszerveit!
8. Milyen jellemzők alapján választjuk ki a reléket?
9. Ismertesse a vezérlési alapkapsolásokat!
10. Rajzoljon le egy reteszelő kapcsolást!

6.1.5. Érintkező nélküli, félvezető elemeket tartalmazó vezérlések

A félvezető elemek elterjedése következtében a vezérlésekben előforduló logikai döntéseket gyakran félvezető építőelemekkel oldják meg. A félvezető elemek mozgó alkatrészét nem tartalmazzák.

A félvezető rendszerek előnyei a következők:

- működési sebességük sokkal nagyobb, mint a relés áramköröké;
- nagy a megbízhatóságuk;
- korlátlan az élettartamuk;
- vezérlésükhöz kis teljesítmény tartozik;
- kevés helyet igényelnek.

Félvezető rendszerekben a logikai döntésekhez két potenciálértéket rendelünk. A rendszer *pozitív logikájú*, ha a logikai 1 állapotnak pozitívabb feszültség-szint felel meg mint a logikai 0 állapotnak. *Negatív logikájú* rendszerben a logikai 1 állapotot a logikai 0 állapothoz negatívabb feszültségszint fejezi ki.

Félvezető rendszerekben a logikai 0 állapothoz többnyire a zérus potenciált választják. Az ilyen rendszert egyenes pozitív, illetve negatív logikájú rendszernek nevezik.

Diódás logikai áramkörök

A diódás logikai áramkörökben kapcsolóként félvezető diódákat használnak. A dióda, mint kapcsoló tulajdonságait a 6.1.12. ábrán láthatjuk. A dióda valódi kapcsolóként viselkedik. A „zárt” és „nyitott” állapotokat a dióda sarkain jelentkező U_D feszültség polaritásának változtatásával lehet előállítani.

A kapcsolási algebrában három alapműveletet különböztetünk meg:

- az ÉS;
- a NEM;
- a VAGY;

kapcsolatokat.

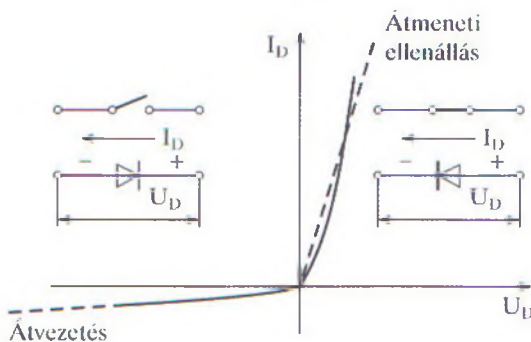
ÉS kapcsolat akkor jön létre, amikor két egymással sorbakötött kapcsoló, mindkét kapcsolója zárja a velük sorbakötött izzó áramkörét.

Ennek a kapcsolásnak a diódás változatát szemlélteti a 6.1.13. ábra.

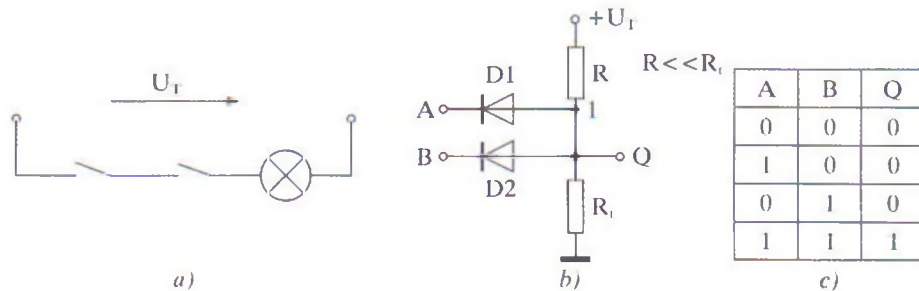
A kapcsolat működése során az *A* és *B* pontok, logikai (1), vagy logikai (0) szinten vannak. Az úgynevezett szabadon álló bemeneteknél, a kimenet logikai (1) szintre áll be. Ebben az esetben a bemenetek érzékenyek a külső zavaró jelekre.

A kapcsolat változatai:

1. Mindkét bemenetre kapcsoljunk logikai (0) feszültséget. A diódák nyitnak, a diódákon keresztül a *Q* pont is logikai (0) szintre kerül. Ekkor a diódák rövidzárják a terhelést!



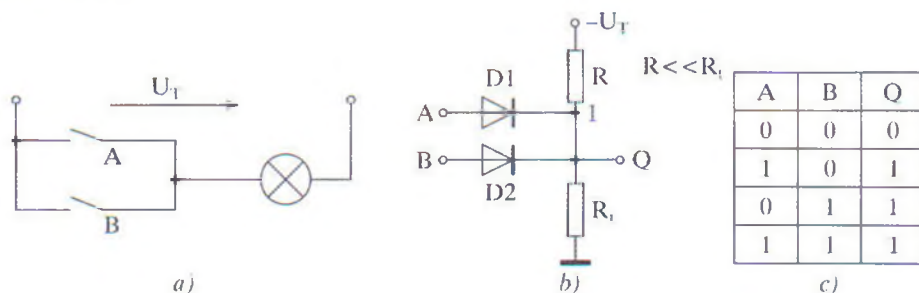
6.1.12. ábra. Félvezető dióda kapcsolóüzemben



6.1.13. ábra. Érintkezős és diódás ÉS kapcsolat a) és az igazságtáblázat b)

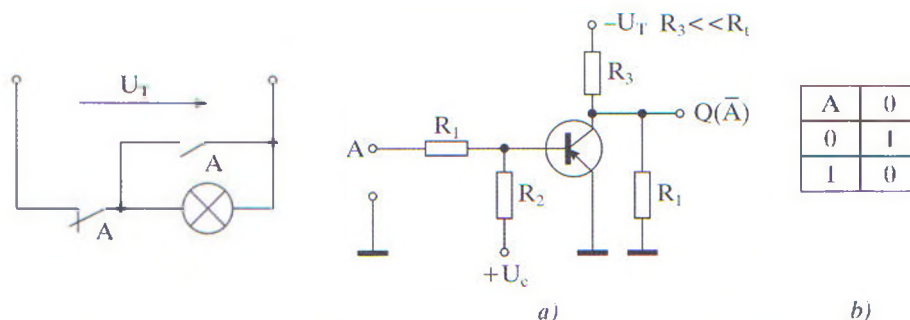
- Az A bemenetre logikai (1) értékű feszültséget kapcsoljunk. Ebben az esetben a $D1$ dióda lezár, de a $D2$ diódán keresztül a Q pont még mindig logikai (0) szinten van. A rövidzárást még fennáll!
- A B bemenetre logikai (1) értékű, pozitív feszültséget kapcsolunk, a $D1$ diódán keresztül a Q pont logikai (1) szinten áll.
- Kapcsoljunk mindkét bemenetre logikai (1) értékű pozitív feszültséget. A két diódán keresztül a Q ponton logikai (1) szint jelenik meg, melynek értéke: $U_{BE} = U_d / U_d$ a diódán eső feszültség, amelynek értéke, a diódától függően kb. 0,5 V.

VAGY kapcsolat akkor jön létre, amikor bármelyik kapcsoló zárt állapotú lesz. Az izzólámpát bekapcsoló két párhuzamosan kapcsolt (A és B), érintkező pár közül bármelyik bekapcsolt állapotba kerül, az izzólámpa világít. Ezt a kapcsolást szemlélteti a 6.1.14. ábra.



6.1.14. ábra. Érintkezős és diódás VAGY kapcsolat a) és az igazságtáblázat b)

- Mindkét bemenetre kapcsoljunk logikai (0) feszültséget. A diódák, nyitnak, így rajtuk keresztül a Q pont is logikai (0) szintre kerül. Ekkor a diódák rövidre zárják a terhelést!
- Az A bemenetre kapcsoljunk logikai (1) értékű pozitív feszültséget. Ez a feszültség megjelenik az 1-es ponton, ezért lezárja a $D2$ diódát. Így megszünteti a rövidzárást, ugyanakkor a Q pont logikai (1) szintre kerül.
- A B bemenetre kapcsolt logikai (1) értékű, pozitív feszültség, megegyezően a 2. pont alattiával, a Q ponton logikai (1) szintet eredményez.
- Kapcsoljunk mindkét bemenetre logikai (1) értékű, pozitív feszültséget. Az előző pontokból következtethetően, a Q pont is logikai (1) szintre kerül.



6.1.15. ábra. Érintkezős és tranzisztoros NEM kapcsolat a) és az igazságtáblázat b)

NEM kapcsolatot egy ok elmaradása miatt létrejövő okozat. Nem világít az izzólámpa, ha az A kapcsoló nem zár be, ekkor ugyanis nem zárja rövidre az izzó-lámpa két sarkát. Ezt a kapcsolást egy tranzisztoros változatban mutatja a 6.1.15. ábra.

1. Az A bemenetre kapcsoljunk logikai (1) értékű pozitív feszültséget. A tranzisztor bázisára jutó pozitív jel, bekapcsolja a tranzisztort. A Q pont logikai (0) szintre kerül és a tranzisztor rövidre zárja a fogyasztót.
2. Az A bemenetre logikai (0) értékű jelet juttatva, a tranzisztor nem tud bekapcsolni. A Q pont logikai (1) szintre kerül. Értékét az R_3 és R_1 osztás-viszonya határozza meg. A $+U_c$ feszültség a tranzisztor biztos kikapcsolását segíti elő.

Gyakorlatban, az alapkapcsolásokból összeállított, összetett áramköröket illetve integrált áramköröket alkalmaznak.

A leggyakrabban alkalmazott úgynevezett kapu áramkörök:

NEM – ÉS (angolszász kifejezéssel és rövidítéssel NAND)

NEM – VAGY (angolszász kifejezéssel és rövidítéssel NOR).

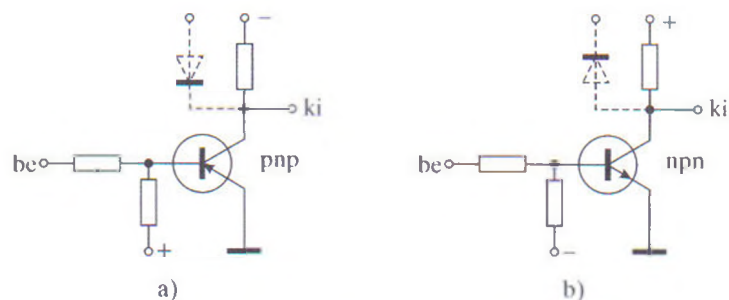
Tranzisztoros logikai alapáramkörök

A tranzisztornak a digitális technikában elsősorban kapcsolás a feladata. A kapcsoló ellenállása nem vezető állapotban nagy, vezető állapotban kicsi (ideális esetben $R = \infty$, illetve $R = 0$).

A félvezető logikai áramkörök egyik leggyakoribb áramköri egysége az *inverter* (negátor). A logikai algebra harmadik alpműveletét, a tagadás logikai műveletét, valósítja meg (NEM művelet). Az inverter földelt emitteres kapcsolású tranzisztora (szélsőséges vezérlés esetén) kapcsolóként működik. Alapkapcsolása a 6.1.16. ábrán látható. Negatív potenciálú rendszerben pnp (6.1.16. a. ábra), pozitív potenciálú rendszerben npn (6.1.16. b. ábra) tranzisztort alkalmaznak.

A szaggatott vonallal rajzolt dióda nélkül az inverter szabad szintű, a diódával pedig kötött szintű. Amennyiben a pnp tranzisztort tartalmazó áramkör bemenet negatív, (logikai 1) potenciált kap, a tranzisztor kinyit. Ekkor a kimeneti feszültség közel nulla, értékű (logikai 0).

Amikor a bemeneti feszültség zérus (logikai 0), a tranzisztor lezár és a kimenet negatív (logikai 1) szintre kerül. Hasonlóan működik az npn tranzisztoros áramkör a pozitív



6.1.16. ábra. Tranzisztoros inverter kapcsolás

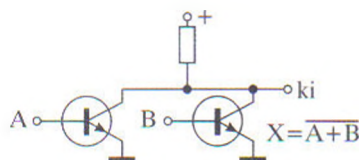
potenciál tartományban. Az áramkör kimeneti feszültségéhez rendelhető logikai érték mindenkor a bemeneti feszültség ellentettje.

Az áramkör a logikai feladatokon túlmenően, áramerősítési és jelformáló feladatokat is elláthat.

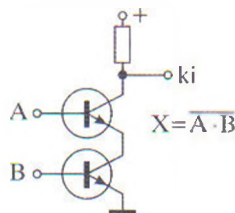
A 6.1.17. ábra néhány tranzisztorokat tartalmazó logikai kapcsolást mutat.

Diódás logikai rendszert önmagában ritkán alkalmaznak, többnyire tranzisztoros kapcsolásokkal kombinálják. Az összetett tranzisztoros logikai áramkörök használhatósága igen nagy. Több logikai egységet tudnak vezérelni, terhelhetőségük nagyobb, a feszültség szinttorzulása kicsi. Előnyös tulajdonságaik miatt alkalmasak úgynevezett logikai rendszerek megépítésére.

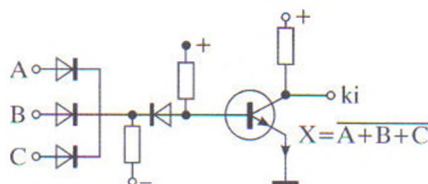
Párhuzamos
tranzisztoros
logikai rendszer



Soros
tranzisztoros
logikai rendszer



Vegyes
logikai rendszer



6.1.17. ábra. Tranzisztorokat tartalmazó logikai alapkioscsolások

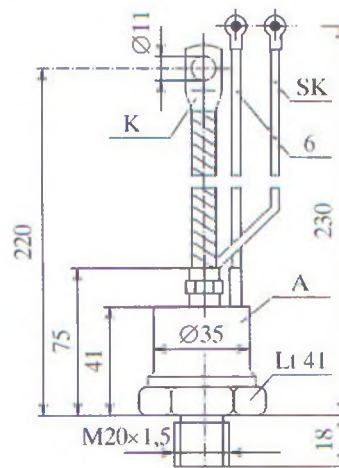
Tirisztorok

A tirisztorok az anódon és katódon kívül még egy, illetve több vezérlőelektrodával rendelkeznek. Vezérelhető félvezető elemként kiterjedten alkalmazzák a vezérléstechnika területén.

A tirisztorokat általában öt adatcsoporttal jellemzik a katalógusok:

- mechanikai adatok (tömeg, csavar meghúzási nyomatéka, rázásállóság);
- villamos adatok (határ és üzemi);
- termikus adatok;
- körvonalrajzok, méretek;
- jelleggörbék.

Egy 100 A névleges áramerősségre készült tirisztor körvonalrajzát és méreteit mutatja a 6.1.18. ábra, hűtőtönk nélkül. Az elektrodák jelölése: K katód, A anód, G vezérlőelektroda.



6.1.18. ábra. Tirisztor körvonalrajza

6.1.6. Félvezető elemek védelme

A félvezető elemekkel készült kapcsolások, berendezések általában sokkal érzékenyebbek a fellépő túlfeszültségekkel, túláramokkal szemben, ezért a védelmeiket is körültekintőbben kell megtervezni, kialakítani.

A félvezető elemekkel, diódákkal, tirisztorokkal felépített különböző célú kapcsolások, készülékek, berendezések védelmére csak általános szempontok adhatók meg. A félvezető áramkörök védelmét mindig a tényleges esetben kell vizsgálni, a védelmek kialakítása egyedi szempontok figyelembe vételét igényli.

A szempontok lehetnek:

- az alkalmazott félvezető típus tulajdonságai;
- a felhasználás követelményei és körülményei;
- a félvezető eszközök száma;
- a berendezés ára és üzemének gazdaságossága stb.

A félvezető elemeket tartalmazó kapcsolások, vezérlések védelmét meghatározó műszaki tényezők:

- a terhelés, az igénybevétel jellege;
- a környezeti hőmérséklet, szennyezettség, nedvességtartalom;
- külső és belső eredetű túlfeszültségek előfordulása, gyakorisága;
- az üzemeltetéshez szükséges védelmi eszközök (kapcsolók, biztosítók) és járulékos elemek (RC-körök, induktivitások) műszaki jellemzői.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Mivel foglalkozik az irányítástechnika?
2. Rajzolja le a vezérlés hatásláncát!
3. Ismertesse a vezérlési rendszereket és melyek a fontosabb jellemzői?
4. Mit nevezünk jelfogónak és mi a szerepe a vezérlésben?
5. Mit nevezünk áramút rajznak?
6. Rajzoljon le egy öntartó kapcsolást!
7. Rajzoljon le egy reteszelő kapcsolást!
8. Mit nevezünk érintkező nélküli vezérlésnek?
9. Rajzoljon le egy diódás és kapcsolatot!
10. Rajzoljon le egy diódás vagy kapcsolatot!
11. Mit nevezünk igazságtáblázatnak?
12. Mi a szerepük a logikai jelöléseknek?
13. Mi a különbség a dióda és a tirisztor között?

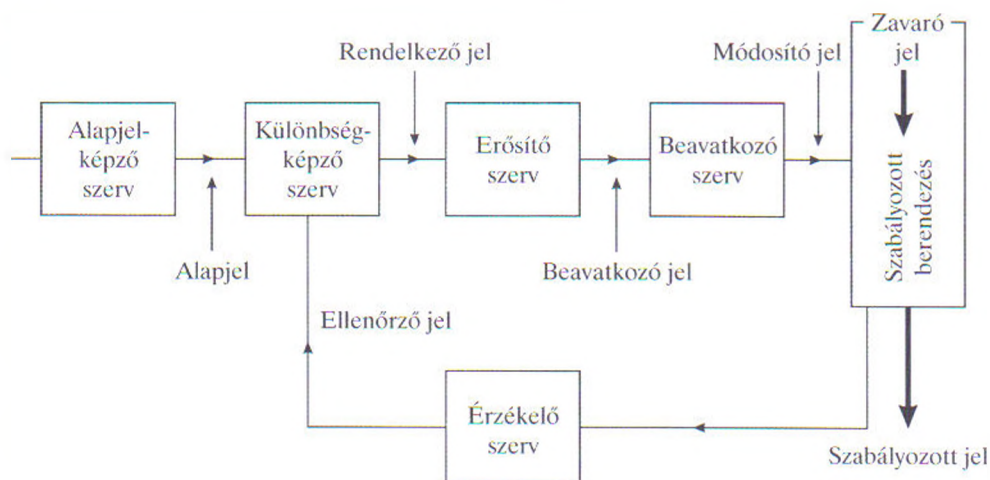
6.2. A szabályozás alapelve

A 6.2.1. ábrán a szabályozási rendszer, a szabályozás elvének leegyszerűsített vázlata látható.

Amikor a szabályozott folyamatot (pl. hőfokszabályozás) zavaróhatás éri, az érzékelő szerv hibajelét közöl. Az alapjelképző elem viszont a folyamat szabályozott jellemzőjének a kívánt értékével arányos alapjelet mutat.

A különbségképző elem elvégzi az alapjel és a hibajel összehasonlítását, majd kibocsátja a rendelkező jelet, amelyet a jelerősítő beavatkozó jellé alakít át.

A beavatkozó jel hatására a beavatkozó szerv úgy módosítja a folyamat szabályozott jellemzőjét, hogy a zavaróhatás miatt keletkezett hiba megszűnjék.



6.2.1. ábra. A szabályozási hatáslánc vázlata

A folyamat szabályozott jellemzőjének méréséből kapott jel tehát végigfut a visszacsatolt hatásláncon és módosítja a folyamat szabályozni kívánt jellemzőjét.

A szabályozás hatáslánca tehát mindig zárt, vagyis visszacsatolt.

A szabályozási kör a szabályozandó folyamat szerves része és a folyamat gépi berendezéseivel szerves egységet alkot.

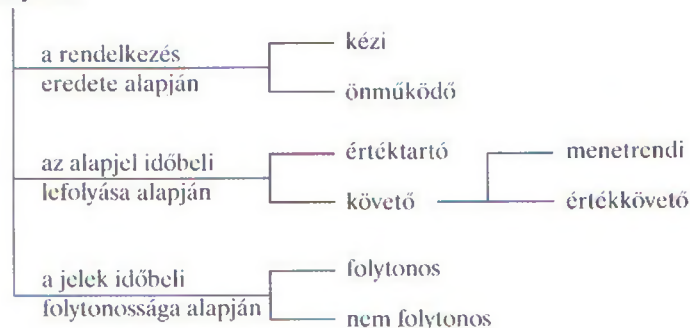
A szabályozási rendszerek jelentősen eltérhetnek egymástól mind rendeltetésüket, mind összetettségüket tekintve.

6.2.1. Szabályozási hatáslánc

A szabályozórendszer alapvető feladata, hogy a folyamat szabályozni kívánt jellemzőjét folyamatosan érzékelje, illetve mérje. A mérés eredményét hasonlítsa össze a folyamat jellemzőjének előírt értékével. A két mért érték közötti eltérés hatására avatkozzon be a folyamatba, hogy az eltérés csökkenjen, illetve szűnjön meg.

A szabályozások felosztása

Szabályozás



Kézi szabályozással állíthatjuk be a villanytűzhelyen a főzés hőmérsékletét.

Önműködően a szoba termosztáttal a szoba hőmérsékletét.

Értéktartó a szabályozás, ha a szoba hőmérsékletét azonos értéken tartjuk.

Követő a szabályozás, amikor például a külső hőmérséklet, a szél stb. értékeit veszi figyelembe a szabályozás. Ez a szabályozási megoldás lehet *menetrendszerű*, amikor bizonyos időközönként vagy lehet *értékkövető*, amikor folyamatosan veszi figyelembe a jellemzőket.

A beavatkozó szerv működése szempontjából, lehet *folytonos* és *nem folytonos* működésű, amikor a jeleket folytonosan vagy időszakosan veszi figyelembe.

6.3. Folyadékszint-szabályozás működési elve

Kapcsolási rajz alapján készülékek, szerelvények kiválasztása katalógusból.

A folyadéktartályok szintjét, kétállású folyadékszint szabályozással tartják állandó értéken. A fogyasztás a berendezés működése során, mint zavaró hatás jelentkezik.

pedig a legalsó szintje. Amikor a folyadék szintje lecsökken olyan magasságra, hogy az úszó elem a folyadék szintje fölé kerül, akkor a higany (vagy más) kapcsoló bekapcsolja a szivattyúmotor vezérlő áramkörét.

A szivattyú által szállított folyadék szintje megemelkedik, az úszó a folyadék szintje alá kerül. Ekkor a higanykapcsoló kikapcsolja a szivattyúmotort.

Az úszó elemnek kellően vegyszerállónak kell lennie, hogy a vízen kívül egyéb agresszív anyagoknál is alkalmazhassák.

A szabályozó egységnek, a kézi beavatkozás lehetőségét is tartalmaznia kell. Ezért a bekapcsoláshoz, az úszóegység kapcsolójával párhuzamosan kötött nyomógombot, a kikapcsoláshoz sorba kötött nyomógombot kell elhelyezni.

Pontosabb szabályozást tesz lehetővé a mozgó érzékelő nélküli, szondás folyadékszint szabályozó (6.3.2. ábra). A szabályozni kívánt folyadékba két szondát, egy alsó szintet, és egy felső szintet, érzékelő szondát helyeznek el. A folyadék szintjét a folyadék áramvezetéseinek változásán keresztül érzékeli az elektronikus szabályozó egység. Az érzékelés menete: a folyadék szintje a felső állásban van, mindkét szondán keresztül az áramvezetés létrejön, a szivattyú vezérlő áramköre megszakad. Amikor a folyadék szintje csökken, az áramvezetés megszakad és a szabályozó egység, bekapcsolja a szivattyú vezérlő körét.

A két szélső állást kis határok, közé lehet szorítani, az alsó és a felső szint 10 mm pontossággal állítható be.

A szabályozó érzékelőköre biztonságtechnikai okok miatt 24 V alatti feszültségről működik.

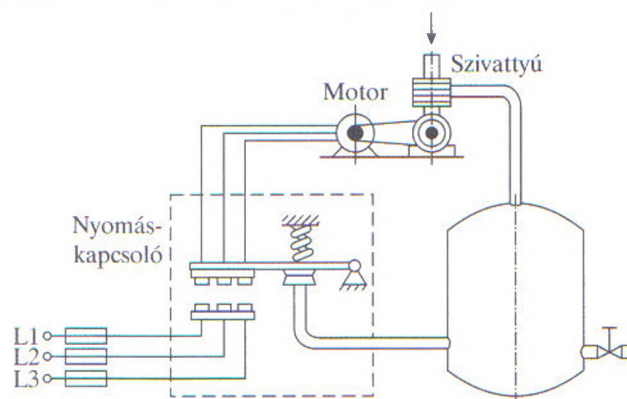
6.4. Tartálynyomás-szabályozás működési elve

Kapcsolási rajz alapján készülékek, szerelvények kiválasztása katalógusból.

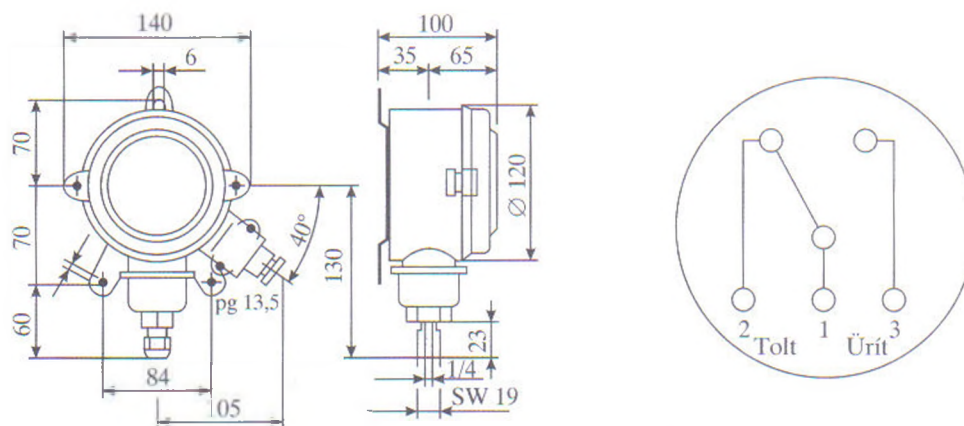
Zárt rendszerben működő gáznemű- és folyadéktartályok nyomásértékeit is automatikus rendszerben tartják közel állandó értékeken.

A szabályozási rendszer, hasonló a folyadékszint szabályozáshoz. Ebben az esetben, a tartályban uralkodó nyomáskülönbséget érzékeli a berendezés.

A szabályozás többnyire kétállású. A nyomás változását érzékelő kapcsolóval közvetlenül kapcsolhatjuk a szivattyú vagy a kompresszor motorját (6.4.1. ábra).



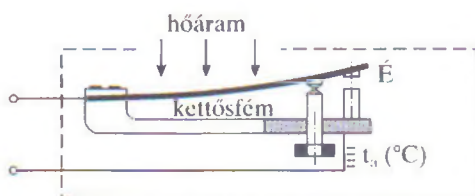
6.4.1. ábra. Tartálynyomás szabályozása közvetlenül



6.4.2. ábra. Közvetett kapcsolás nyomásérzékelője

Nagyobb pontosságot igénylő kapcsolás esetén, valamint távolabb lévő szivattyú, illetve kompresszor egység működtetését érhetjük el a tartályra szerelt nyomásérzékelővel egybeszerelt pillanatkapcsolós egységgel (6.4.2. ábra).

6.5. Hőmérséklet-szabályozás működési elve



6.5.1. ábra. Ikerfémes hőmérséklet-szabályozó

Kapcsolási rajz alapján készülékek, szerelvények kiválasztása katalógusból.

A hőmérséklet-szabályozás is kétállású, melynek hőmérséklet érzékelői kontakt-hőmérő, ikerfémes, tágulórudas vagy kapilláris csöves érzékelő.

A hőérzékelők a kb. mínusz 40 °C-tól, a több száz °C-ig.

Az egyik gyakran alkalmazott hőérzé-

kelő és egyben kapcsoló az ikerfémes szabályozó 6.5.1. ábra.

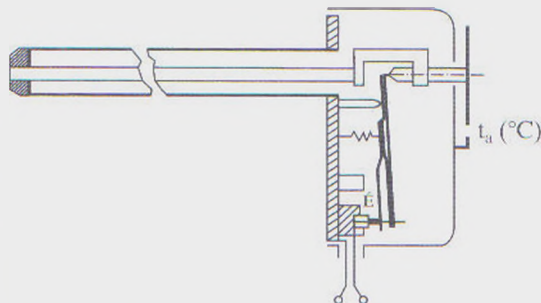
A kapcsoló hideg állapotban a kettősfém zárja az É érintkezőt. A pillanatkapcsoló zárja a vele sorba kapcsolt fűtőtest áramkörét. A fűtés megindul, a vasalótalp melegszik és a hőjének egy részét közvetíti az ikerfémhez. A hőmérséklet hatására az ikerfém elhajlik, és a pillanatkapcsolót átbillenti ekkor a fűtés áramköre, megszakad.

A fűtés kikapcsolás után a hőmérséklet csökken, az ikerfém az eredeti állapotába kerül és a pillanatkapcsoló érintkezőit zárja.

Régebben a forró víz tárolók hőmérséklet szabályozására használták a tágulócsoves hőmérséklet-szabályozót (6.5.2. ábra).

A szabályozó hőérzékelője és egyben működtetője a nagy hőtágulási fémekből, többnyire sárgaréz, készített tágulócső. A tágulócsőbe kis hőtágulási invar rudat építettek be. Az invar rúd egyik végét szilárdan rögzítették a tágulócső végéhez, a másik végét pedig a pillanatkapcsolót működtető laprugóhoz kötötték.

A tágulócső lehűlt állapotban a pillanatkapcsoló érintkezőit zárja, melyen keresztül megindul a fűtés. Az emelkedő hőmérséklet hatására a fűtött térbe benyúló tágulócső hossza megnövekszik. A csőhöz rögzített invar rúd hossza nem változik lényegesen, a cső magával húzza az invar rudat. Az invar rúd megfeszíti a kapcsoló laprúgóját és összehúzza a visszatérítő rugót. Kellő mértékű tágulás hatására a pillanatkapcsoló átbillen és kikapcsolja a fűtést, majd lehűlés után visszakapcsol.

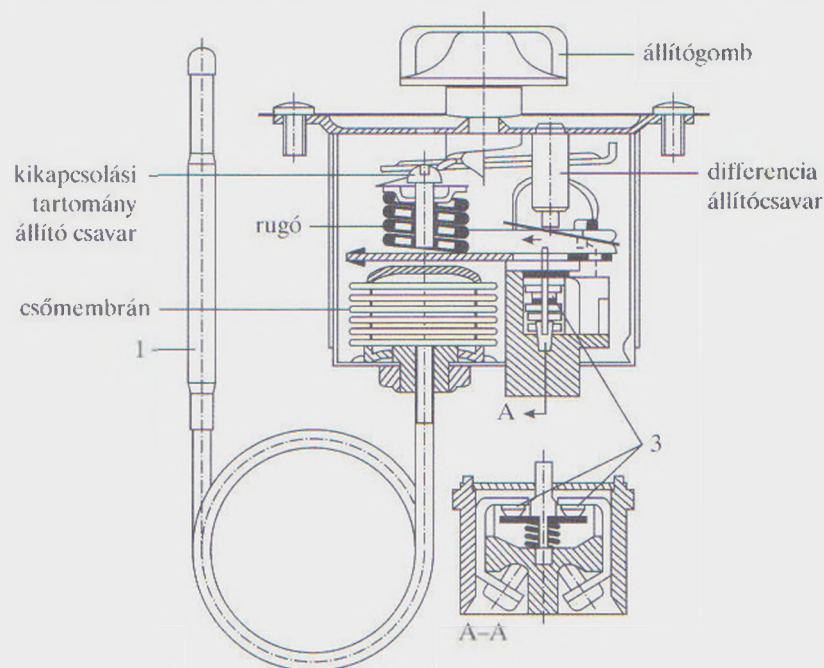


6.5.2. ábra. Tágulócsőves hőmérséklet-szabályozó

A gáztöltésű hőmérséklet-szabályozók (6.5.3. ábra) hőérzékelő tartályában különleges folyadék van. A cső végén lévő nagyobb térfogatú tartályban, a folyadék fölött, a folyadék telített gőzének nyomása uralkodik. A kapilláriscsőben és a csőmembránban, a hőmérséklettől függő nyomás van. Emelkedő hőmérséklet hatására a nyomás megemelkedik, és a csőmembrán elmozdítja a laprúgót. A laprúgó a pillanatkapcsolót nyitja vagy zárja.

Az előbbieken alkalmazott pillanatkapcsolók, a terhelő áramtól függően, közvetlenül vezérelhetik a főáramkört, vagy csak a vezérlőáramkört zárják, illetve szakítják meg.

Gáztöltésű hőmérséklet-szabályozót alkalmaznak a villanytűzhelyek főzőlapjainak, sütőinek hőmérsékletszabályozására. A hűtőszekrényekben ugyancsak gáztöltésű sza-



6.5.3. ábra. Gáztöltésű hőmérséklet-szabályozó

bályozókat alkalmaznak. Ott a kapcsoló zárt állásában a hűtési folyamatot indítja a kapcsoló, míg a kapcsoló nyitott állapotában a hűtés leáll.

A bemutatott hőmérséklet-szabályozókon kívül alkalmaznak még hőcseles hőmérséklet-érzékelőt is, amely a hőt érzékelve feszültséget juttat egy mágnesstekercshez. A hőmérséklet növekedésével a hőcselemben lévő két fém között villamos feszültség lép fel. Kellő nagyságú feszültség hatására az elektromágnes meghúz és zárja az áramkört. Amikor a hőcselelem lehűl, a feszültség lecsökken és a mágnesstekercs elenged, az áramkört megszakítja.

Alkalmaznak még félvezető hőérzékelőket is, pl. villamos forgógépek hőmérséklet érzékelésére. A félvezető ellenállása a hőmérséklet hatására megváltozik, és egy hídkapcsolásban vezérli az áramkört.

A szabályozásnál alkalmazott készülékek kiválasztásának szempontjai

A hőmérsékletszabályozáshoz alkalmazott hőérzékelők kiválasztását meghatározza az érzékelendő hőmérséklet nagysága, valamint az érzékelés tartománya. Azt is figyelembe kell venni, hogy a hőérzékelő a fűtött részhez képest hol helyezkedik el. Közvetlen kapcsolatban van-e, vagy közvetetten érzékeli a hőt.

Lényeges a gazdaságossági szempont is, hiszen egy egyszerű hőmérséklet-szabályozás egyszerűbb rendszerrel is megoldható. Nagyobb komfortfokozat, bonyolultabb hőmérsékletszabályozás, különlegesebb szabályozást igényel.

Az egyes gyártó cégek széles választékát nyújtják az egyes helyeken alkalmazható készülékeknek.

Fontos szempont a kiválasztásnál, hogy az érzékelő közvetlenül kapcsolja-e a villamos fűtés áramkörét, vagy sem. A hőérzékelők és a hozzájuk rendelt pillanatkapcsolók áramkapcsolási értéke elérheti a néhány amper áramerősséget is.

Kisebb áramfelvétel esetén a hőérzékelő közvetlenül kapcsolhatja a főáramkört.

Nagyobb főáramkörü áramfelvétel esetén már egy külön kapcsolóegységet kell alkalmazni.

Lényeges az is, hogy a fűtés bekapcsolási gyakorisága mekkora. Mert pl. a mágneskapcsolók kiválasztásánál a be- és kikapcsolás gyakorisága is az egyik tényező.

Az alkalmazható mágneskapcsolók terhelhetőségeit a gyártók táblázatokban közlik, valamint azt is, hogy hol és milyen körülmények között javasolják a felhasználásukat.

6.6. Fordulatszám-szabályozás működési elve

Fordulatszám-szabályozásra akkor van szükség, ha valamely hajtott berendezés fordulatszáma ingadozik, vagy pl. a szállítószalag haladási sebességét, kell megváltoztatni. Akkor is szükséges lehet a fordulatszám változtatása, ha egy emelőgép emelési sebességét akarjuk változtatni.

A fordulatszám-szabályozásnál figyelembe vesszük, hogy milyen gépet, berendezést kell meghajtani.

A hajtás igényei szerint, a hajtógép lehet váltakozó áramú, ekkor többnyire aszinkron motorokat alkalmazunk. Az aszinkron motorok is lehetnek rövidrezárt, vagy csúszógyűrűs forgórészűek.

Más hajtásokat, egyenáramú forgógépekkel hajtunk meg, és a hajtást igényeitől függően a hajtó motorok lehetnek soros-, párhuzamos- vagy vegyes gerjesztésűek.

Az igényeknek megfelelő motorokhoz és a hajtás egyéb követelményeihez alkalmas szabályozásokat kell kialakítani, illetve alkalmazni.

Az aszinkron motoros hajtások egyik legegyszerűbb fordulatszám változtatása a pólusszám változtatás.

A hajtógép fordulatszáma:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Amennyiben a póluspárszámot p változtatjuk, megváltozik az n fordulatszám is.

A póluspárszám változtatásának hátránya, hogy csak fokozatokban lehetséges a fordulatszám változtatás.

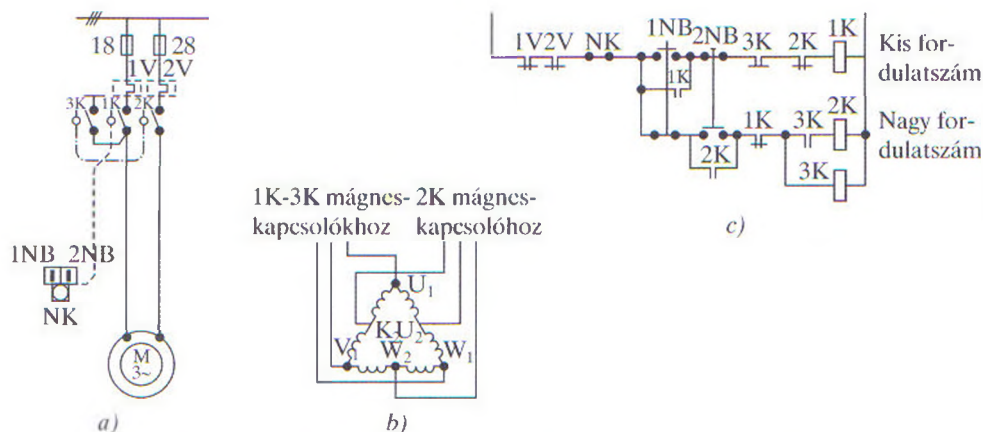
A fordulatszám változtatható úgy, hogy

- A motornak póluspáronként külön-külön tekercserendszere van és mindig a kívánt póluspárszámú tekercsrendszert, kapcsoljuk a hálózatra. A kapcsolás előnye az egyszerű kapcsoló-berendezés. Hátránya a bonyolultabb tekercsrendszer és a teljes betekercselt állórésznek mindig csak egy részét használjuk ki.
- A motor tekercsrendszerét középen megcsapoljuk, ezt nevezzük.

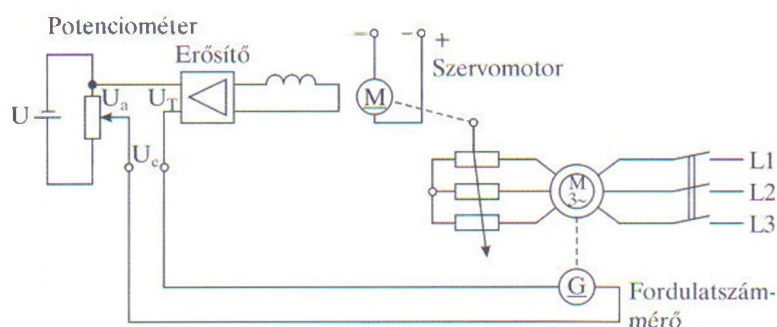
Dahlander kapcsolásnak. Előnye az egy tekercsrendszer, hátránya, hogy mindig csak 1:2 arányban lehet változtatni a fordulatszámot. Például 3000/1500 1/min, vagy 1500/750 1/min szinkron fordulathoz megfelelően.

A Dahlander fordulatszám változtatást a kéttekercses állórészű, és rövidrezárt forgórészű motorral, a 6.6.1. ábrán mutatjuk be.

Lassú fordulatra úgy kapcsolunk, hogy az 1NB nyomógombot benyomjuk, ekkor meghúzza az 1K mágneskapcsoló és a tekercseket, háromszögekapsolásban a hálózatra kapcsolja.



6.6.1. ábra. Dahlander-kapcsolású motor fordulatszám-változtatása
a) A főáramkör kapcsolása b) A tekercsek kapcsolása c) Áramút-rajz



6.6.2. ábra. Csúszógyűrűs aszinkronmotor fordulatszám szabályozása

A magasabb fordulatszámra motor 2NB nyomógommbal kapcsolhatunk. A 3K kapcsoló meghúzz, és a tekercsvégeket összeköti egymással, csillagpontot képez. Ezután a 2K mágneskapcsoló a hálózatra kapcsolja a középvezetéseket.

A kapcsolás során az 1K mágneskapcsoló reteszelt kapcsolatban van a 2K és 3K mágneskapcsolókkal.

A nyitott tekercsvégek hálózatra kapcsolását úgy kerüjük el, hogy a 2K mágneskapcsoló csak a 3K mágneskapcsoló (csillagpontképzés) meghúzása után kapcsol be. A 2B nyomógombot mindaddig nyomni kell, amíg nemcsak a 3K, hanem a 2K mágneskapcsoló is behúzz. Mivel a motor áramfelvétele a két fordulatszámra más és más, ezért a két kapcsolásban különböző túláramvédelmet kell alkalmazni (1B és 2B).

A hajtásszabályzásnak egy változata, a csúszógyűrűs aszinkronmotoros fordulatszám szabályozás. A csúszógyűrűs motorok fordulatszámát, a forgórész-körbe iktatott ellenállásokkal is változtathatjuk. A forgórész-körbe iktatott ellenállásokat ekkor, az állandó terhelésre kell méretezni (6.6.2. ábra).

A fordulatszámra méretezett potenciométert alkalmazunk alapjelképzőnek.

A motor tényleges fordulatszámával arányos egyenfeszültséget a fordulatszám-mérő generátor (tachométer) állítja elő, ez az érzékelő elem.

Az alapjelképzőből jövő U_a és az érzékelőből jövő U_e feszültségek különbsége adja pozitív, vagy negatív U_r feszültséget. Az U_r feszültség felerősítésére, a beavatkozó szervomotor teljesítményétől függően, egyenáramú, elektronikus erősítőt, vagy erősítőgépet alkalmazunk.

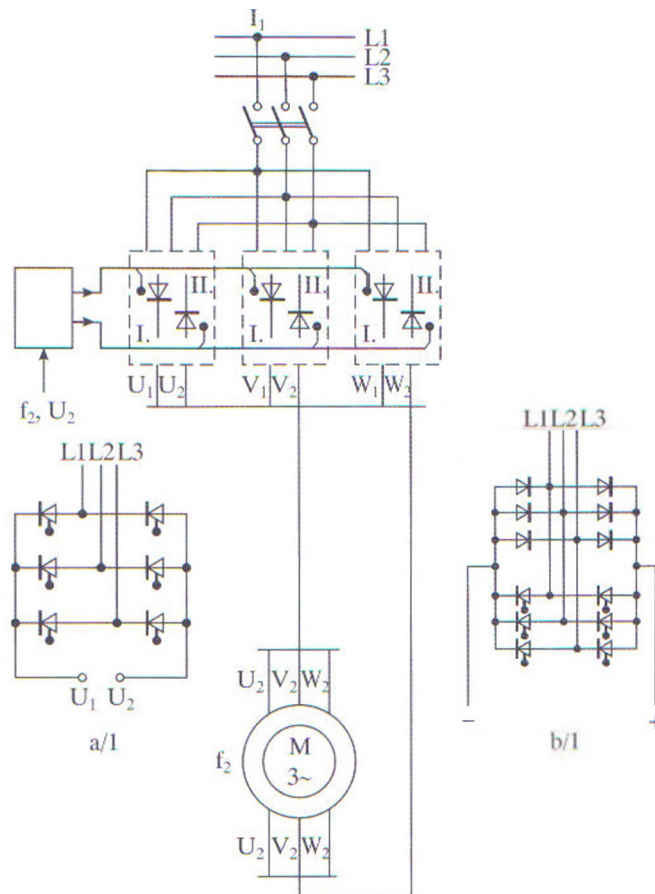
A felerősített feszültség, a polaritásának megfelelően, a szervomotort, az egyik, vagy a másik irányba elindítja. A szervomotor, a forgórész-körbe iktatott ellenállások be- illetve kikapcsolásával a kívánt fordulatszámot beállítja.

Az előírt fordulatszámra az U_a és a U_e feszültség egyenlő és $U_r = 0$. Ekkor a szervomotor, mivel a gerjesztő tekercse nem kap gerjesztő áramot, áll.

A rövidrezárt forgórészű motorok fordulatszámát a frekvencia és az állórészre kapcsolt feszültség változtatásával is módosíthatjuk.

Mindkét megoldást a korszerű hajtásszabályozásban félvezető elemekkel oldják meg. A félvezető elemek többnyire, megfelelő teljesítményű tirisztorok.

A tirisztoros frekvencia és feszültségváltoztatás elvét mutatják a 6.6.3. ábrák.

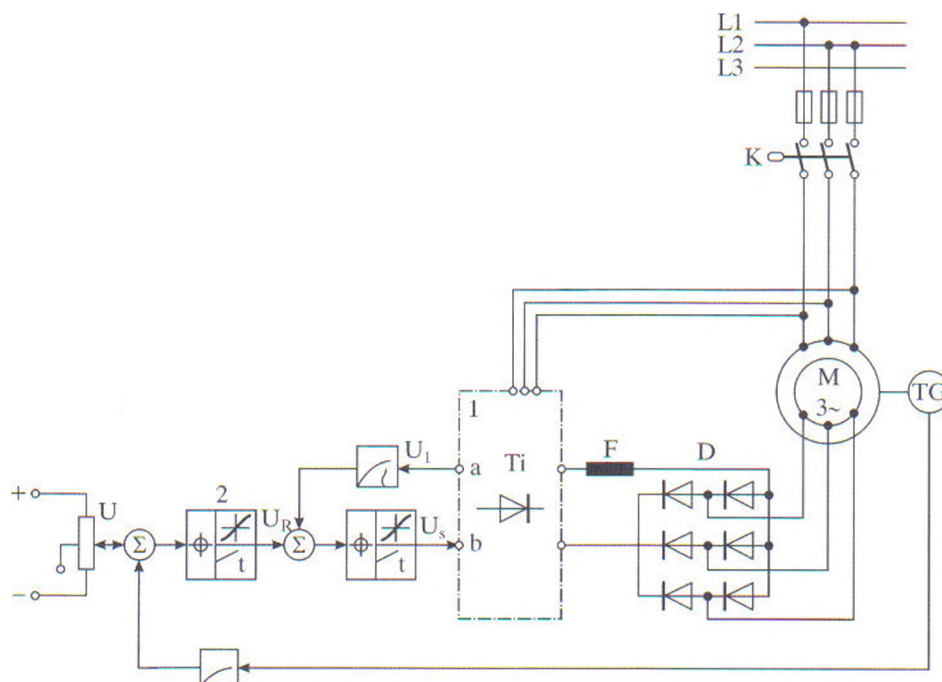


6.6.3. ábra. Tirisztoros frekvencia és feszültség változtatás elvi kapcsolása

A csúszógyűrűs motorok veszteségmentes fordulatszám szabályozásának elvi kapcsolását mutatja a 6.6.4. ábra. Az ábrában az 1-el jelölt az áramirányító, a 2-el jelölt az áramkorlátozó egység.

A csúszógyűrűről levett szlipteljesítményt diódák egyenirányítják, melyet simítunk, majd a hálózatról vezérelt tirisztoros váltóirányítókön keresztül visszatápláljuk a hálózathoz. Ez a megoldás közepes és nagyteljesítményű motorok kb. 50%-os fordulatszám szabályozásáig, gazdaságosan alkalmazható.

Az egyes hajtásokhoz szükséges mágneskapcsolókat, valamint az egyéb, a vezérlésben, a szabályzásban szükséges áramköri elemeket a gyártó cégek termék-katalógusai-ból választhatjuk ki. A kiválasztási szempontok többek között a villamos gép teljesítménye, a kapcsolás gyakorisága, a helyiség jellege, stb. Miután a hajtások programozhatók, ezért a programozó egységek kiválasztását is a gyártó vállalat ajánlásai alapján kell megválasztani. Ezekkel a szempontokkal a „Kisfeszültségű kapcsolókészülékek” című, fejezetben találkozhatunk.



6.6.4. ábra. Áramirányítás kaszkád-kapcsolás

Ellenőrző kérdések és feladatok

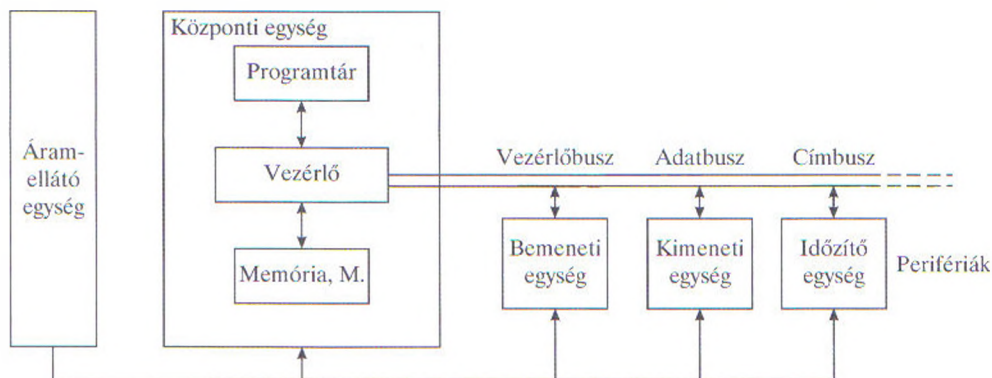
1. Mikor szükséges a villamos motor fordulatszámának szabályozása?
2. Hogyan változtathatjuk az aszinkronmotor fordulatszámát?
3. Rajzolja le a Dahlander kapcsolást!
4. Rajzolja le és ismertesse a csúszógyűrűs motor fordulatszám változtatását!
5. Ismertesse a félvezetős fordulatszám változtatás elvi megoldását!

6.7. Vezérlő áramkörök felépítése PLC-vel

A PLC (Programmable Logic Control) programozható logikai vezérlést jelent.

A hagyományos mágneskapcsolós vezérlések esetében, az egyes kapcsolók közötti kapcsolatokat huzalozással oldják meg. A huzalozott programozású vezérlés programját a huzalozás határozza meg. Ebben az esetben a vezérlő-programbéli változtatások nagyon időigényesek. Többnyire a huzalozás változtatásán túlmenően a készülékek elrendezését is meg kell változtatni.

A huzalozott programozású vezérlés a reléből és más elektromechanikus elemekből álló áramúterv, vagy a logikai kapukat tartalmazó logikai vázlat alapján készül. A vezérlés a bemeneti változók változásait közvetlenül ráviszi a kimenetre. Ez a folyamat a párhuzamos jelfeldolgozás.



6.7.1. ábra. A tárolt programú vezérlés elvi felépítése

A vezérléseket programozott rendszerekben, mikroprocesszor végzi. Ez a megoldás sokkal egyszerűbb, mert nem a vezérlő hardvert (pl. relét), hanem a szoftvert a (programot) kell megváltoztatni. A folyamatokat irányító számítógéppel programozott vezérlés esetén a működés soros feldolgozása. Az egyes műveletek egy-más után következnek, a sok bemeneti változó vagy sok programlépés jelentősen meghosszabbítja a vezérlés reakcióidejét. A tárolt programú vezérlés előnye, hogy különböző vezérlési feladatokat lehet ugyanazon gépen magvalósítani. A programokat félvezetőtárakban tároljuk, amelyekből azok könnyen előhívhatók.

A tárolt programú vezérlés fő részei a központi egység és a különféle periféria-eszközök. A központi egység a programtár, a vezérlő és a memória. A perifériák: a bemeneti egység, a kimeneti egység és időzítőegység (6.7.1. ábra).

A programozást számos gyártó segíti az általa gyártott készülékek segítségével. A készülékekhez megadják az alkalmazási javaslatokat, illetve oktató programokat, valamint szoftvereket.

A programozó egységek csatlakozási pontokkal (vezetékek számára) valamint a programozást lehetővé tevő érintkezőkkel, és többnyire folyadékkristályos kijelzőkkel rendelkeznek.

A programozó egységekben több vezérlési folyamat tárolható, amelyeket a felhasználásnak megfelelően annak memóriájából elő lehet hívni.

A készülékekkel, pl. lehetséges kirakatvilágítás, üvegházautomatika, épületvilágítás, tartályok szintvezérlése, szerszámgépek vezérlése feladatokat megoldani.

A PLC-k mind váltakozó, mind egyenfeszültségű táplálásra használhatók.

Csatlakoztathatók személyi számítógépekhez (PC), illetve a feladatoknak megfelelően bővíthetők. A 6.7.2. ábrán egy hagyományos kapcsolási rajz és mellette egy PLC képe, rajta az LCD kijelzőn látható program látható (Klockver–Moeller Easy típus).

A vezérlés programozásához használt szoftver segítségével személyi számítógépen is előkészíthetjük a vezérlést. A szoftver telepítése után és a számítógépes program ismeretében megtervezhetjük a vezérlést, majd azt a PLC-re átvíve, abban tárolhatjuk. A számítógépen megjelenő képet látjuk a 6.7.3. ábrán.



A Schneider Electric cég programozható vezérlőmoduljai sokféle vezérlési programok beállítására és működtetésére alkalmasak. A készülékek fantázia neve Zelio illetve Zelio 2, amelyek különféle folyamatok tervezésére és végrehajtására alkalmazhatók.

A vezérlőmodulokat kisméretű huzalozott automatizálási rendszerek megvalósítására tervezték, hogy a huzalozott logikákat egyszerűbb megoldásokkal lehessen kiváltani.

A vezérlőmodult egyszerű telepíteni. Rugalmassága és nagy teljesítménye lehetővé teszi, hogy a felhasználó jelentős időt és pénzt takarítson meg.

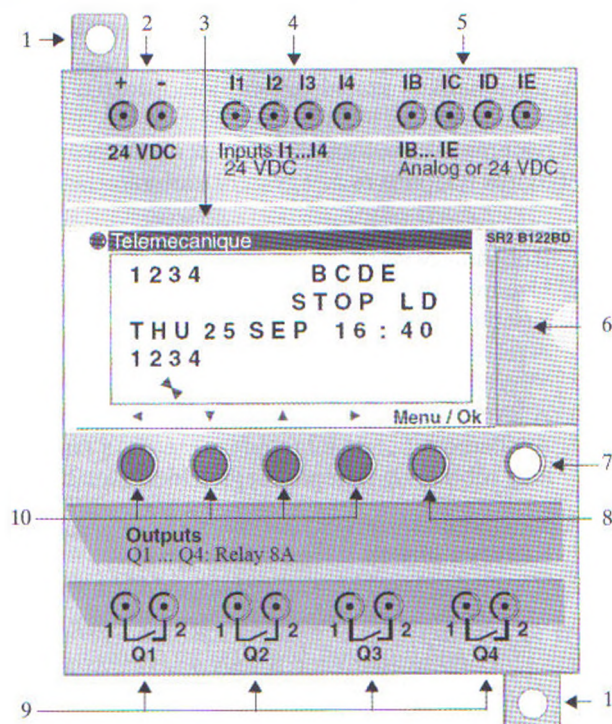
A vezérlési feladatokat részben a modulon tervezheti meg a felhasználó, részben személyi számítógép felhasználásával lehet előkészíteni majd a programozást végrehajtani.

A készülék megismerését és programozását segíti a vállalat részben katalógusok kiadásával, részben tanfolyamok szervezésén keresztül.

A Zelio 2 típus látszati képe, a feladatok előkészítő és a végrehajtást segítő csatlakozások és kezelőegységek megjelölése látható a 6.7.4. és 6.7.5. ábrán.

A Zelio 2 vezérlőmodul számított részeinek megnevezése:

1	Vissháúzhható rögzítőfülek
2	Tápfeszültség bekötési pontok sorkapcsa
3	4-soros, soronként 18 karakteres LCD kijelző
4	Kétállapotú bemenetek sorkapcsai
5	Analóg bemenetek sorkapcsai, diszkrét módú alkalmazás is lehetséges
6	Csatlakozó a PC, valamint a backup memóriamodul számára
7	Shift billentyű
8	Választó és érvényesítő billentyű
9	Relés kimenetek sorkapcsai
10	Navigációs billentyűk, az első konfigurálás után „Z” billentyű



6.7.5. ábra. Zelio 2 vezérlőmodul képe és részeinek megnevezései

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Mit jelent a PLC rövidítés?
2. Hogyan valósítjuk meg a vezérlést huzalozással?
3. Mikor beszélünk párhuzamos jelfeldolgozásról?
4. Milyen főbb részei vannak a tárolt programú vezérlésnek?
5. Hogyan programozhatunk PLC segítségével?

6.8. Elektro-pneumatikus vezérlések alapjai

Az önműködő szabályozásokban többféle segédenergiával (villamos, hidraulikus, pneumatikus,) működő szabályozókat használnak.

A gyakorlatban olyan rendszer, amelyben egyetlen fajta segédenergia van csak, elég ritka. Általában a feladatnak legjobban megfelelő segédenergiát (jelhordozót) és jelet használnak.

A pneumatikus szabályozások jelhordozója sűrített levegő nyomása. Az egységes pneumatikus jel $2 \dots 10^{-4}$ Pa nyomás.

A pneumatikus automatikaelemek alkalmazása ott indokolt, ahol az üzembiztonság, a robosztus felépítés és az egyszerű karbantartás, döntő követelmény.

A pneumatikus rendszer előnyei:

1. Robbanásbiztos, tűzbiztos.
2. Üzemvitele egyszerű, üzembiztonsága nagy.
3. Kisebb a gyártási költség.
4. A jel továbbítására elegendő egyetlen ki átmérőjű csővezeték.
5. Végrehajtó szerve nagy állítóerővel rendelkezik és nagy elmozdulásra képes.
6. A levegő összenyomhatósága jelentős mértékű energiatárolást tesz lehetővé.
7. A villamos energia kimaradása esetén, a tartályban felhalmozott levegőmennyiség még több óráig is képes megfelelően táplálni a szabályozókat.

A pneumatikus rendszer hátrányai:

1. Kényes a sűrített levegő tisztaságára.
2. Viszonylag lassú beavatkozást igénylő berendezések szabályozására alkalmas.

Az úgynevezett vegyes szabályozási rendszerek tartalmazhatnak pneumatikus, villamos és hidraulikus elemeket. A vegyes szabályozási rendszerekben az irányítási rendszer hatásláncán belül a jelhordozó változik.

A vegyes rendszerek fő alapelve, hogy az irányítóberendezésen belül a segédenergia fajtájától függetlenül, az egyes feladatokra, a legjobban megfelelő elemeket alkalmazzuk.

A vegyes rendszer összetevőinek előnyei:

1. A pneumatikus rendszer előnyösen használható ott, ahol a ki- és a bemenőjel, erő. Közepes távolságok – 150...300 m – áthidalására alkalmas. A jelhordozó – a levegő – olcsó.
2. A villamos rendszer előnyösen használható ott, ahol a ki- és a bemenőjel-villamos jel (áramerősség, feszültség, teljesítmény). Nagyobb távolságok áthidalására alkalmas.

A pneumatikus rendszerek levegőellátása

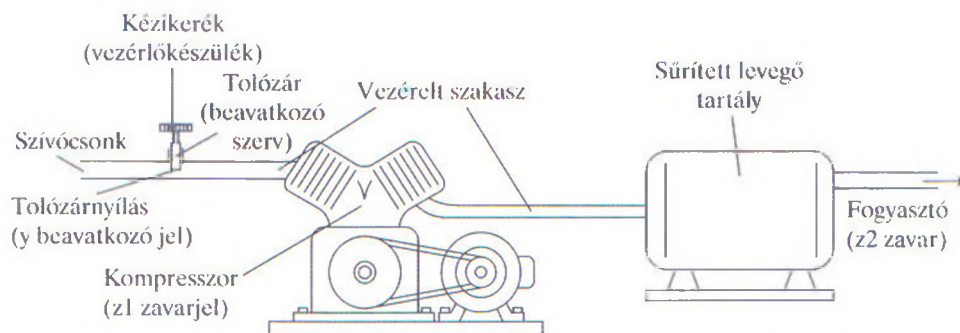
A pneumatikus szabályozórendszert üzembiztosan kell ellátni megfelelő minőségű levegővel. A levegőt a fogyasztók, közelítőleg állandó nyomáson, kellő mennyiségben és megfelelő tisztaságban igénylik. A pneumatikus tápegységek feladata az, hogy a léghálózathoz vett levegő esetleges tisztátalanságait, szennyeződéseit kiszűrjék. Továbbá a levegő nyomását a fogyasztók igényeinek megfelelő állandó értékre redukálják.

A pneumatikus szabályozórendszer számára a levegőt, az üzem területén külön helyiségben telepített, felügyelet nélküli kompresszorállomás szolgáltatja.

A pneumatikus szabályozó-berendezés táplevegőjének a következő fő követelményeket kell kielégítenie:

1. A dugattyús kompresszorból a csővezetékbe kerülő levegőnek kőolajtól mentesnek kell lennie.
2. Vízet és szilárd porszennyeződést nem tartalmazhat.
3. Olaj és vízgőz nem lehet jelen, a kondenzálódás megakadályozása miatt.
4. Rozsdát és egyéb, a csővezetékbe kerülő szennyeződést nem tartalmazhat.

A sűrített levegő tápellátását szolgáló berendezés egyszerűsített vázlatát látjuk a 6.8.1. ábrán.



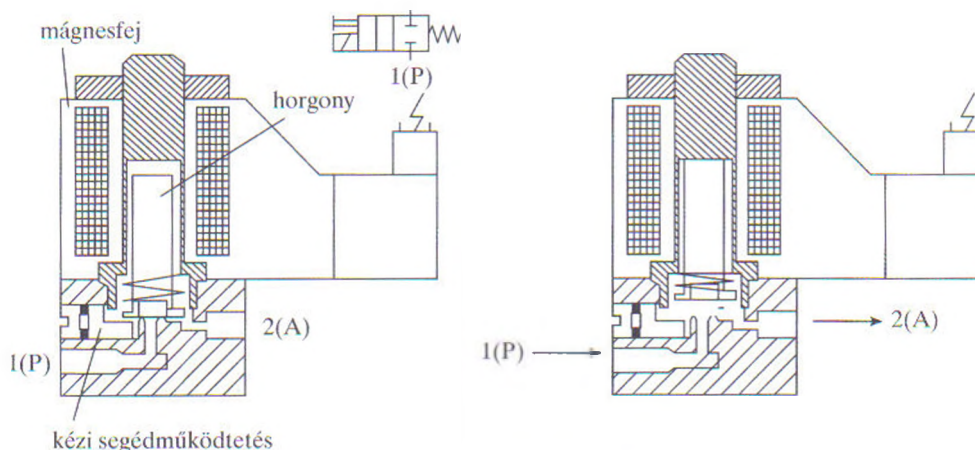
6.8.1. ábra. Sűrített levegő tápellátását szolgáló berendezés egyszerűsített vázlata

Az elektropneumatikus vezérlési és szabályozási rendszereknek részben pneumatikus, részben elektromos érzékelő és kapcsoló elemei vannak. A villamos kapcsoló elemek lehetnek mikrokapcsoló, Reed relé, mágnesszelep stb. A pneumatikus elemek dugattyúkat, szelepeket tartalmaznak, illetve mozgatnak.

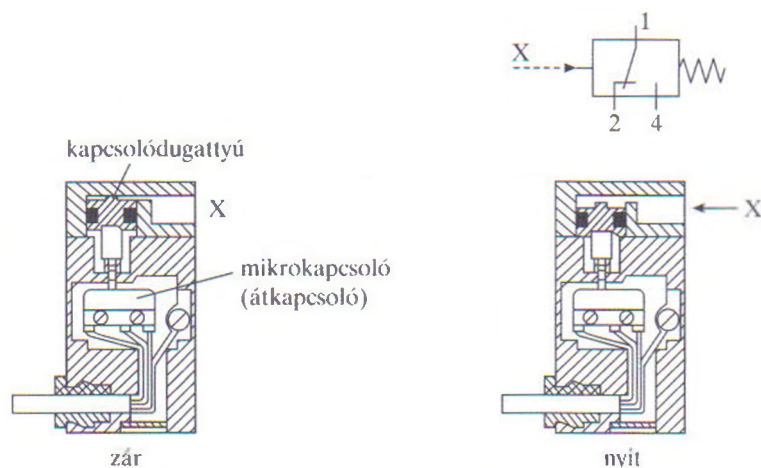
Elektropneumatikus elem a mágnesszelep, amely a villamos áram hatására fellépő mágneses erőt használja fel a szelep nyitására, illetve elengedésére. A mágnes meghúzza, nyitja a szelepet és a levegő szabadon áramolhat az utasítást végrehajtó dugattyúhoz.

A 6.8.2. ábrán látjuk a mágnesszelep egy változatát. A működés rövid jellemzése: az elektromos jel hatására a mozgó vasmagot magába húzza a mágnes tekercs, ezáltal szabaddá teszi a levegő átömlését.

Az elővezérlő levegőcsatorna segítségével a sűrített levegő mindkét szelepdugattyúra hat, és a szelepeket átkapcsolja. Az elektromos jel elvétele után az alaphelyzetet a visszahúzó rugó állítja be.



6.8.2. ábra. Mágnesszelep felépítése



6.8.3. ábra. Mikrokapcsolós pneumatikus szelep

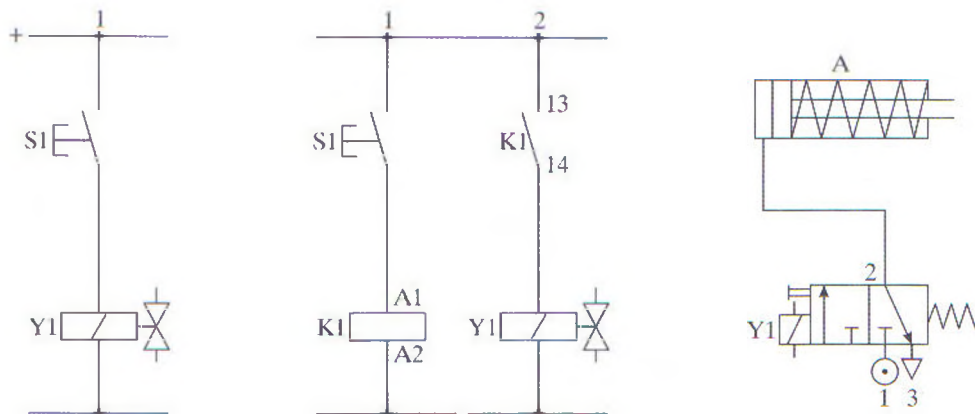
Másik megoldás során (6.8.3. ábra), a levegő által mozgatott kapcsolódugattyú egy mikrokapcsolót működtet, és a mikrokapcsoló nyitja vagy zárja a villamos áramkört.

Az elektropneumatikus kapcsolások egyik alapvázlatát látjuk a 6.8.4. ábrán.

Egyoldali működtetésű henger dugattyújának előre kell mennie, ha lenyomjuk az indítógombot. A gomb elengedése után a dugattyúnak vissza kell mennie a hátsó végállásba.

Az S1 gomb megnyomásával zárjuk az áramkört. Az Y1 tekercsnél létrejön a mágneses mező. A tekercsben lévő horgonyt szabaddá teszi a sűrített levegő útját. A sűrített levegő az (1) felől, a (2)-n keresztül a hengerbe áramlik és a dugattyú előremegy az első végállásba.

Az S1 gomb elengedése után az áramkör megszakad, az Y1 tekercs elengedi a horgonyt, a szelep visszakapcsol a kiindulási helyzetbe, és a dugattyú visszaáll a hátsó végállásba.



6.8.4. ábra. Egyoldali működtetésű henger vezérlése

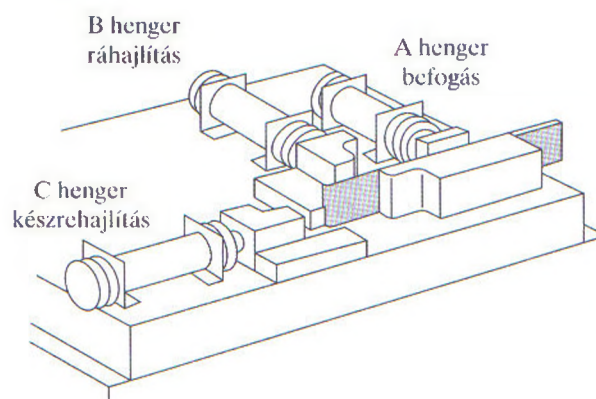
Az egyes mozgási folyamatok és kapcsolási helyzetek bemutatására egy hajlító-készüléket mutatunk be.

A hajlító készülékkel, pl. meghajlíthatjuk a légvezeték sodronytartó fülét (csatlakozó vezeték).

A művelet leírása:

A meghajlítandó lemezt kézzel teszik be a szorítópofák közé. Az indító-gomb lenyomása után az A henger megszorítja a munkadarabot. A szorítás befejezése után a B henger előhajlítja a lemezt, majd visszamegy az eredeti helyzetébe. Ezután a C henger dugattyúja készre hajlít, majd az eredeti helyzetébe áll vissza.

Miután a C henger dugattyúja újból a hátsó végállásba áll, az A henger dugattyúja elereszti a munkadarabot (6.8.5. ábra).



6.8.5. ábra. Hajlítókészülék

Időrendi leírás:

Végrehajtó elem

A henger

B henger

B henger

C henger

C henger

A henger

Munkafolyamat

A lemezalkatrész befogása

A lemezalkatrész előhajlítása

Visszamegy kiindulási helyzetbe

A lemezalkatrész készrehajlítása

Visszamegy kiindulási helyzetbe

A lemezalkatrész elengedése

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Mit nevezünk elektropneumatikus vezérlésnek?
2. Milyen követelményeket támasztunk a sűrített levegővel szemben?
3. Rajzoljon le egy egyszerű vezérlést!
4. Ismertesse a lemezahajlítás műveleti sorrendjét!

6.9. Alkalmazott vezérlési és szabályozási kapcsolások üzemzavarai, meghibásodásai, hibaelhárítási lehetőségei

A vezérlési és szabályozási berendezések, rendszerek, mint minden más működő egység, meghibásodhat.

A meghibásodásokat részben megelőzhetjük a rendszeres ellenőrzéssel, karbantartással.

A karbantartás alapvető eleme, hogy kellően ismerjük a berendezés terveit, kiviteli dokumentációját, valamint a szerkezeti elemeket.

A hibalehetőségek összefüggenek az alkalmazott szerkezeti elemekkel.

A szerkezeti elemek, mint láttuk, részben mozgó részekkel működnek, pl. a nyomógombok, kézikapcsolók, relék, mágneskapcsolók. Részben nem mozgó elemekkel, hanem pl. félvezetős áramköri elemekkel, egységekkel vesznek részt a berendezés működésében.

A nagyobb meghibásodási lehetőség mindig a mozgó alkatrészes egységeknél fordul elő. Azonban ezek meghibásodásait is befolyásolja, pl. a kapcsolási gyakoriság, az üzemeltetés körülményei.

A nem mozgó alkatrészekből összeállított egységek is érzékenyek, pl. a hőmérséklet növekedésére, a túlfeszültségekre, a túlterhelésekre.

Üzemzavarok

Üzemzavart okozhat a kapcsolók érintkezőinek beégése, a vezeték csatlakozások lazulása. A mágneskapcsolók a be- illetve kikapcsolás alkalmával erőteljes rázkódásnak vannak kitéve. A gyártók ugyan, figyelembe veszik a használati körülményeket, azonban nehéz üzemi körülmények között működő kapcsolók, pl. építőanyagot szállító szalag, vagy melegüzemi használat fokozott igénybevételt jelent.

Külön figyelmet érdemelnek az időjárás viszonyosságainak kitett berendezések. Az utóbbi években előtérbe kerültek a műanyagházas külsőtéri kapcsoló-berendezések, amelyek jobban ellenállnak a korróziónak. Továbbá a belsejükben lévő villamos készülékek is nagyobb védelmet élveznek. Általában a szabadtéri berendezések gyakrabban meghibásodnak.

A félvezető elemeket tartalmazó áramkörök egyes alkatrészei, ha kellően méretezettek, és üzemeltetésük is az előírtaknak megfelelő, sokáig működőképesek. Üzemzavar okozhat a környezeti hőmérséklet növekedése.

A hőmérséklet túlzott megemelkedését a hozzárendelt hűtő, szellőztető meghibásodása is okozhatja.

Különösen érzékenyek a félvezető elemek a túlfeszültségekre. A berendezések védelmére túlfeszültség védelmeket alakítanak ki. A védelmek az egész épületre, egyes csoportokra vagy csak az egyes egységekre hivatottak.

A karbantartás

Mindezekről függően időszakosan ellenőrizni kell a kapcsolók működőképességét, a védelmek megfelelő állapotát.

A védelmek ellenőrzése kiemelt feladat, hiszen annak elsősorban az életvédelmet illetve az anyagi javak védelmét kell szolgálnia. A védelmi berendezések megfelelő működőképességét naponta, havonta vagy egyéb időszakonként kell ellenőrizni.

A mágneskapcsolók hibájára utal a kapcsolók rezgése, zúgása, amely eredhet a nem kellő mozgási lehetőségéből. A kapcsoló mozgó részeit tisztítani kell. Az érintkezők begézésére vagy a bekötés lazulására utal az erősebb melegeedés. Az érintkezőket meg kell tisztítani, a bekötéseket meg kell húzni.

A javítási, karbantartási műveleteket a berendezés feszültségmentes állapotában végezzük.

Azokban az esetekben, amikor a mozgó szerkezeti részek láthatóan nem javíthatók, az egyes egységeket vagy akár az egész berendezést ki kell cserélni.

A cserét indokolhatja az is, hogy a berendezéshez az eredeti vagy azzal megegyező jellemzőjű egységeket már nem lehet beszerezni. Az ilyen esetekben már nem biztosítható a berendezés megfelelő működése.

A félvezető elemekkel működő berendezések, bonyolultságukból eredően, többnyire a helyszínen nem javíthatók. Az egységeket ki kell szerelni és az eredetivel megegyező egységet, kell beszerezni.

Ritkábban előfordulhat, hogy egyes részek, pl. egy dióda, tönkremegy, amit szemmel is jól látunk, vagy egyszerű műszeres ellenőrzéssel bizonyíthatjuk. Ilyen esetben, amennyiben erre mód van, a berendezés feszültségmentesítése után a félvezető egységet kiforrasztjuk, és helyére újat teszünk.

A karbantartás fontos eleme az időszakosan elvégzett műszeres ellenőrzés. A műszeres ellenőrzést alapvetően a gyártó cég karbantartási és javítási útmutatója alapján kell elvégezni. Fontos tényező, hogy az üzemeltető rendelkezzen a berendezés műszaki dokumentációjával. Amennyiben ez nem áll rendelkezésre, akkor meg kell keresni az eredeti gyártó vállalatot, és meg kell kérni a leírást.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Hogyan csoportosíthatjuk a hibalehetőségeket?
2. Melyek a mozgó részek hibalehetőségei?
3. Hogyan szabad alkatrészt cserélni mágneskapcsolóban?
4. Milyen hibái lehetnek a félvezetős áramköröknek?
5. Hogyan ellenőrizzük a félvezetők helyes működését?
6. Miért szükséges a berendezés eredeti műszaki leírása?

Felhasznált irodalom

1. Szakmai utasítás a hálózatra kapcsolás feltételeiről. Budapesti Elektromos Művek Rt., Bp. 2000.
2. Danku–Farkas–Nagy: Villamos Gépek Példatár. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1978.
3. Kármán József: Betörés elleni védelem. Magyar Elektrotechnikai Egyesület, Bp. 1992.
4. Byff Miklós–Sipos Miklós: Villamos hibák keresése. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1987.
5. Munkavédelmi ismeretek. Tűzvédelem. Magyar Villamos Művek Tröszt, Bp. 1987.
6. Magyar István: Villamos gépek I. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1977.
7. Elektrotechnikai szakismeretek. Szerzői kollektíva. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1995.
8. Rác–Tomori–Varga: Villanyszerelő szakmai ismeret. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1972.
9. Villamos szerelőipari kézikönyv. Főszerkesztő: Baumann Pál. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1978.
10. Magyar Szabványok: MSZ 172, MSZ 274, MSZ 447, MSZ 1600, MSZ EN 2364, MSZ IEC 617, stb.
11. Folyóiratcikkek:
Elektroinstallateur 2000. évi számai
Elektrotechnika 2000. és 2001 évi számai
12. Szakkatalógusok, gyártmányismertető: Merlin Gerin Schneider Electric, Kontavill Legrand, EnstoElsto, Geyer, Hensel, GANZ KK Kft, Weidmüller, KVGY, MKM stb.
13. Bevezetés az elektropneumatikába. FESTO Didactic, Bp. 2000.
14. Minősített vállalkozói rendszer. Budapesti Elektromos Művek Rt., Bp. 2000.
15. Dienes László: Anyag és gyártásismeret, villamosgép- és energiaipari szakmák számára. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
16. Dienes László: Villamosberendezések és hálózatok I–II. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
17. Géczi István: Villamosgépek és készülékek I–II. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
18. Sipos Miklós–Kassai József: Szereléstechika I–II. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
19. Sipos Miklós: Villanyszerelés. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
20. Hollós János: Erősáramú berendezésszerelő szakmai ismeretek I. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
21. Simon István: Villanyszerelő alapszakmai ismeretek. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
22. Kliment Tibor: Technológia (Villamosgép- és berendezésszerelő technikus V. évf.) Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1990.
23. Kliment Tibor: Háztartási gépek (Háztartás-elektronikai műszerész) Műszaki Könyvkiadó, Bp. 2005

Hasznos linkek:

www.ganzkk.hu: A Ganz KK Kft termékeinek bemutatója, kapcsolási vázlatok, kapcsolók, készülékek kiválasztási szempontjaival

www.legrand.hu Legrand magyarországi központja Villamos kapcsolók, készülékek, stb. kiválasztási szempontjaival, tervezési segédletekkel

www.schneider.electric.hu Schneider Electric Hungária Villamos kapcsolók, készülékek, stb kiválasztási szempontjaival, tervezési segédletekkel

www.nive.hu Nemzeti Szakképzési Intézet a magyarországi szakképzésre vonatkozó tájékoztató anyagokkal (fejlesztés, szaktanácsadás, szakképzési adatbázis, OKJ, versenyek, vizsgák, stb.)

www.moeller.hu

Tantárgyi program: OKJ 33 5216 03 – Villanszerelő

Az oktatási miniszter által 2004. 1. 12.-én jóváhagyott és bevezetésre engedélyezett, valamint a Nemzeti Szakképzési Intézet és az Ipartestületek Országos Szövetsége közreműködésével készült központi program alapján.

Villanszerelő szakmai ismeretek II.

A tankönyvek a programban meghatározott három tanítási év szakmai ismeretanyagát kívánják bemutatni. A cél, hogy a tanulók alapján a tanulókat képessé tegye arra, hogy az iparban és a kereskedelembe tudjanak lépni, és a munkájukat megfelelően elvégeztessék, valamint azokat az előírásoknak megfelelően szereljék.

A tankönyvek a három évre készült programokban meghatározott témakörökre, az azokban ajánlott óraszámoknak közel megfelelő arányában dolgozzák fel a szakmai ismereteket.

A szakmailag meghatározott szabványok az európai jogharmonizációval változtak, a könyvek a lehetőségeken belül követik a szabványok változásait, figyelembe véve, hogy a meglévő kiadások egy jelentős része még a régebbi előírások szerint készült.

A termékek jelentős része elektronikai egységeket is tartalmaz. Ezért indokolt, hogy a szakember a szakmai ismeretek mellett jól ismerkedjen meg az elektronika az erőáramtól eléri, biztonsági és szerelési követelményeivel.

A villanszerelő szakmai ismeretanyag folyamatosan változik, fejlődik, indokolt tehát a megszerzett ismeretek felújítása, bővítése. A szakember köteles figyelemmel a gyártók, forgalmazók szakmai tájékoztatón, a szakmai kiadványok.

A tankönyv természetesen nem tekinthet teljesnek, ezért a felhasználóknak ki kell egészíteniük a mindenkor korszerűbb ismeretekkel azokat.

Az egyes könyvek a hagyományos ismeretek mellett a korszerűbb szerelési anyagok és eljárások mellett az erőáramú területen egyre terjedő legújabb elektronikai elemeket, elektronikai jellegű áramköröket és szerelvényeket, szerelési eljárásokat is tartalmaznak. Az elektronikai részek, hasonlóan a hagyományos erőáramú ismeretek mellett, részben orientáló szerepet tölthetnek be, részben segíthetik az egyes gyártók, forgalmazók (kereskedők) által kiadott katalógusok használatát, alkalmazását.

