

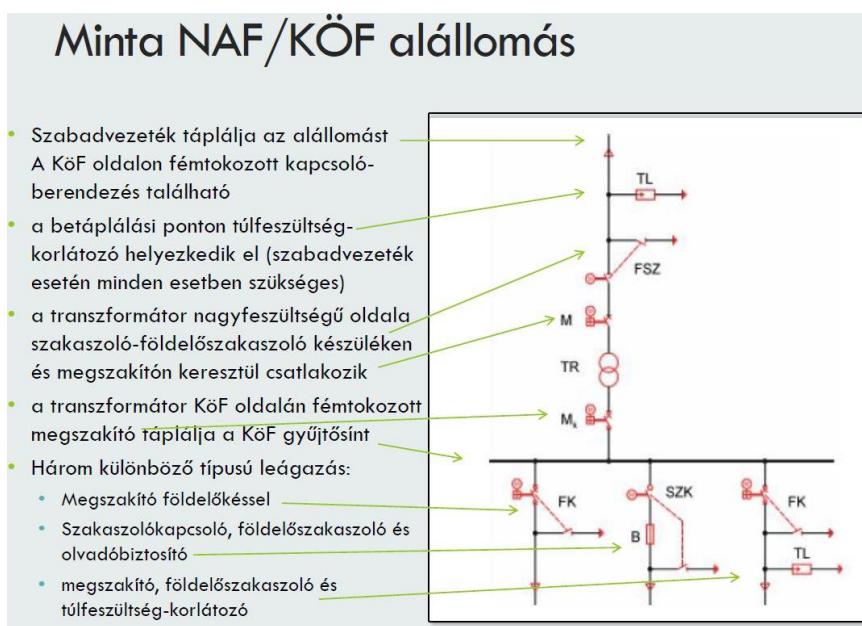
Villamos szigetelések és berendezések

Vízszakadékok kidolgozása

Kapcsolókészülék típusok és feladataik, szerepük az alállomások felépítésében; NF megszakítók és kapcsolóberendezések felépítése

9. NaF/KöF alállomás sémája, a készülékek megnevezése és feladata. A gyűjtő sín feladata és névleges értékei.

Egy tipikus NaF/KöF alállomás sémája az alábbi **ábrán** látható. A benne megtalálható készülékek általában a következők: a megszakító feladata a hibás üzemállapot megszüntetése (pl. zárlat); a szakaszoló feladata az energiaáramlás útjának kijelölése; földelőszakaszoló feladata a feszültségmentes állapot biztosítása, de van vonali szakaszoló is. Az alállomásokon található még ezeken felül szikraköz, túlfeszültség-korlátozó, transzformátor, védelmek, automatikák és kommunikációs eszközök, feszültség- és áramváltó, illetve túlfeszültség-levezető is. Az átviteli hálózat olyan gráf, melynek élei a távvezetékek, csomópontjai pedig az alállomások. A gyűjtő sín fizikailag a gráf csomópontjainak megvalósítása, melyekhez az élek (TV, trafók, generátorok) csatlakoznak egymást követően. Legfontosabb névleges értékei a szigetelési és üzemi feszültség, frekvencia, üzemi áram és a rövid idejű határáram.



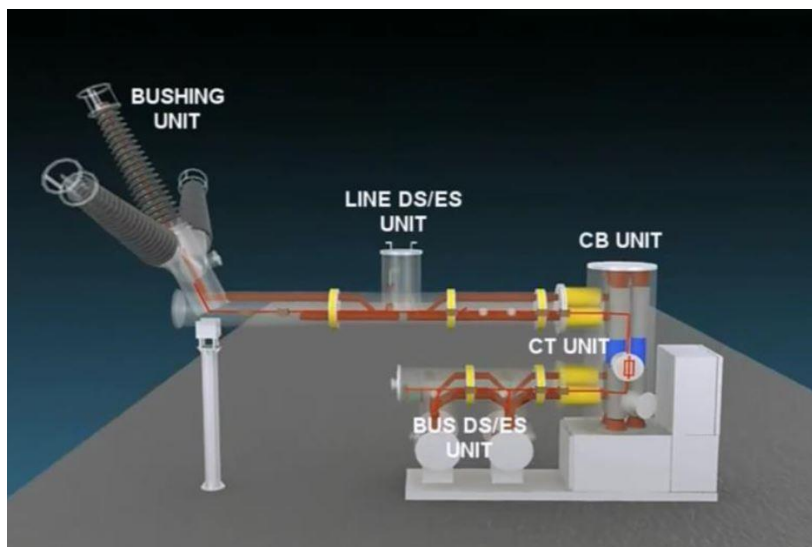
10. Megszakítók feladatai, típusai, névleges értékei. Szakaszolók feladata, névleges értékei és próbafeszültségeinek viszonya.

A megszakítók olyan mechanikus kapcsolóberendezések, melyek feladatai a következők: üzemi vagy üzemtől eltérő áramköri viszonyoknál az áram vezetése, bekapcsolása, megszakítása; illetve szigetelés feladatok – földelt tokozat, alapzat vagy stb. és a fázisfeszítésen lévő aktív részek közötti szigetelés fenntartása. Többféle típusa létezik annak alapján, hogy milyen a hajtás energiatárolásának és működtetésének módja. Eszerint megkülönböztetünk rugóerőtárolós és hidraulikus, illetve olajos és nagynyomású levegőt. Kötelezően megadandó névleges értékei (mindegyik névleges): feszültség (420kV), freki (50Hz), szigetelési szint (1425kV), áram (5000A), zárlati megszakítási áram (63kA), zárlati bekapcsolási áram (63kA), működési sorozat (nyitások és zárások O-C sorozata), illetve a VSF (visszaszkó feszültség) tulajdonságai.

A szakaszolók olyan mechanikus kapcsolóberendezések, melyek feladatai a következők: hálózatrészek üzembiztos és látható szétválasztása; zárt állapotban a névleges áram korlátlan ideig tartó vezetése; az áram útjának előkészítése. Fontos, hogy kizárólag terhelésmentes állapotban szabad kapcsolni, emiatt minden esetben kell lennie az árampályán megszakítónak! Névleges értékei U, I és f-en kívül a termikus határáram (I_{term}) és termikus időhatár (t_{term}), illetve a dinamikus határáram (I_{din}). A szakaszoló feladata, hogy a nyitott érintkezők között garantálni kell a villamos szétválasztást, ezért a nyitott érintkezők közti próbafeszültségnek nagyobbak kell lennie, mint a támszigetelők próbafeszültsége: $U_{prszig} < U_{prér}$.

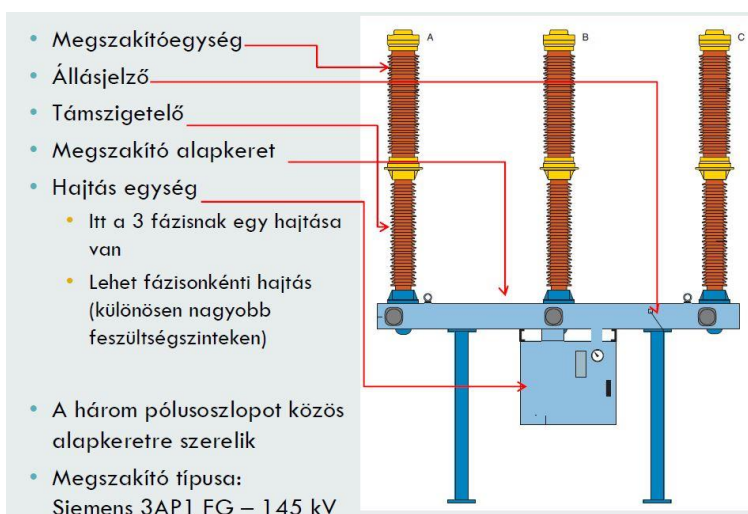
11. Rajzolja fel egy nagyfeszültségű, SF6 gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés szerkezetét és nevezze meg a főbb egységeket és tipikus összetevőket!

Bushing unit (átvezető szigetelő): kivezeti a nagyfeszts a földelt fémtokozatból a szabadvezetéki vagy kábeles csatlakozáshoz. Line DS/ES (vonali szakaszoló/földelőszakaszoló): olyan szakaszoló, amely képes szétválasztani és földelni a távvezetéki csatlakozást a gyűjtőszíntől, ha a vezeték ki van kapcsolva karbantartás miatt. CB unit (megszakító egység): terhelő és zárlati áramok ki- és bekapcsolására alkalmas megszakító. CT unit (current transformer, áramváltó): mérhető nagyságúra transzformálja le az adott vonal áramát. Bus DS/ES (gyűjtőszín szakaszoló/földelőszakaszoló): a megszakítót el tudja választani a távvezeték feszültségétől. Felépítése az alábbi ábrán látható.



12. Ismertesse a kén-hexafluoridos megszakítók alkalmazásának előnyeit! Ismertesse egy ilyen megszakító külső felépítését!

Az SF6 gázos megszakítók használatának előnyei: az ívoltó kamra egyszerű felépítésű; zárlatok megszakítása akár 63kA-ig; alacsony számú ívoltó kamra, gyors működés, lehetőség tokozott kapcsolóberendezésekben történő felhasználásra, kompakt kivitelben; lehetőség szinkronizált működésre a kapcsolási túlfeszültségek csökkentésére; alacsony zajszint; megbízhatóság és elérhető technológia. Külső felépítése az alábbi ábrán látható.

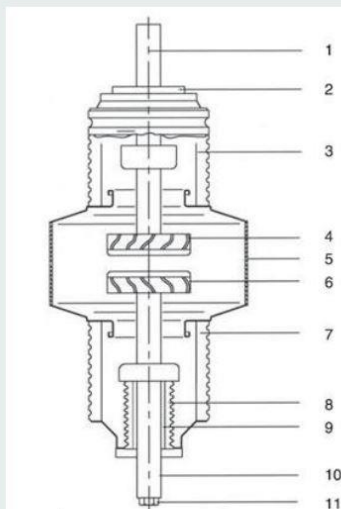


Középfeszültségű berendezések szerkezete

13. Ismertesse a vákuummegszakítók tulajdonságait, felépítését, illetve a vákuum alkalmazásának okát és következményeit!

A vákuummegszakítót elsősorban KÖF-en használják; KiF-en drága lenne, NaF-on pedig a nagyobb elektródtávolság miatt nehézkes lenne a Paschen-görbe megfelelő szakaszára jutni. A zárt vákuum megszakítókamrák előnye, hogy azokat tűz és robbanásveszélyes helyre is lehet telepíteni. A megszakítás ebben az esetben nagyon gyors, az áram már általában az első nullátmenetében megszakad. Rövid ívű, kis nyitási távolság és kis energiájú ív jellemzi; emiatt nagyobb a kamra élettartama és egyszerű az elektromágneses hajtás. Hátránya, hogy hajlamos az áramlevágásra; nullátmenet előtt megszűnik az áram, és ilyenkor az induktivitásban maradó energia jelentős túlfeszültséget okozhat. Azért használunk vákuumot, mert jó szigetelő; a nyomáscsökkenés és az azáltal okozott molekulás és töltéshordozók átlagos szabad úthosszána sokszorozódása miatt az átütés lehetősége elvileg ki van zárva. Következményként ezekben a készülékekben a töltéshordozók elsősorban termikus emisszió során jönnek létre, a hőleadás fő módja pedig a nagy ívhőmérséklettel és kicsi ívfeszültséggel járó sugárzás. A vákuummegszakító felépítése az alábbi ábrán látható.

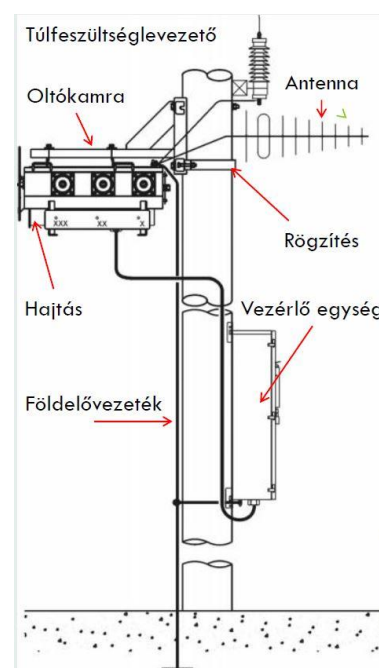
- 1-Rögzített érintkező szára
- 2-Szerkezet záró fedél
- 3-Kerámia szigetelés
- 4-Rögzített érintkező
- 5-Fém „pajzs”
- 6-Mozgó érintkező
- 7-Szigetelő – különleges fénoxid
- 8-Csőmembrán- mozgó tömítés
- 9-Csapágyazás-vezető persely
- 10-Mozgó érintkező szára
- 11-Működtető mechanizmus csatlakozási pontja



14. Ismertesse egy oszloptranzformátor felépítését! Mutassa be egy távműködtetett oszlopkapcsoló vázlatos felépítését, funkcióit és alkalmazásának előnyeit!

A KÖF hálózati oszloptranzformátor KÖF oldalán túlfeszültség-korlátozó és olvadóbiztosító van, míg a KiF oldalán pedig kábeles kitéplálás, elosztószekrény és opcionálisan közvilágítás található. Maga a transzformátor jellemzően kisebb teljesítményű - tipikusan kb. 160-250kVA.

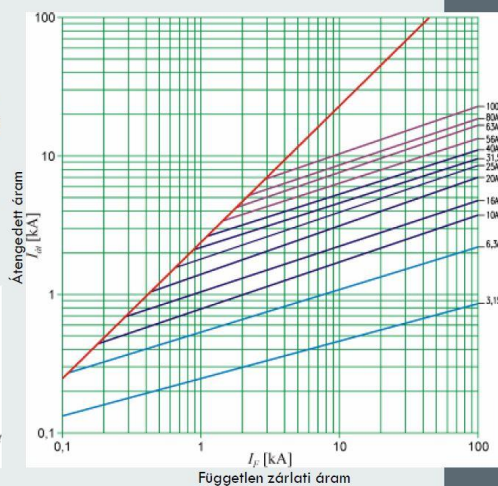
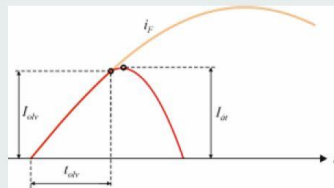
A TMOK lényege, hogy az üzemirányító központban, vagy a kirendeltségen elhelyezett működtető központból távolról képesek vagyunk használni az oszlopkapcsolót: ki- és bekapcsolhatjuk, lekérdezhettük az állapotát, információt kapunk a hibás működésről és az akkumulátor töltöttségi állapotáról. Előnye, hogy mivel a kapcsoláshoz nem szükséges a helyszínre menni, a hibaelhárítás azonnal megkezdhető. Ezáltal csökken az erőforrásigény, az üzemzavar időtartama, és javul a szolgáltatás színvonala. Vázlatos felépítése az oldalsó ábrán látható. Rendszerint megfelelő szigetelésű, oltókamrás kivitelű, motoros hajtású és egyenáramú vezérlésű, akkumulátoros üzembiztosítású. Van benne zárlatérzékelő egység, rádiós kommunikációt használ, FAM-ra alkalmas és túlfeszültség-korlátozást alkalmaz.



15. Ismertesse az olvadóbiztosító definícióját, feladatait, áramkorlátozási jelleggörbáját és az elvi áram-működési idő diagramját! Ez alapján mutassa be, hogy alkalmazható-e az olvadóbiztosító túlterhelés elleni védelemre?

Olyan kapcsolókészülék, amely az áramkörbe beiktatott olvadó-elemének megolvadásával és az azt követő ív oltásával automatikusan megszakítja az áramkört, ha az áramerősség egy meghatározott értéket meghatározott ideig meghalad. Feladata, hogy a zárlatok ellen védjen, illetve, hogy névleges, vagy annál kisebb áramokat korlátlan ideig vezessen. Zárlati működési jelleg szerint megkülönböztetünk megszakító és áramkorlátozó jellegűt. Csak KöF-ön és KiF-en alkalmazzák. Áramkorlátozási jelleggörbéje és elvi áram-működési idő diagramja az alábbi ábrákon láthatók.

Az ábrán láthatók a közép feszültségű ($I_n = 3, 15 \dots 100 \text{ A}$) névleges áramerősségű biztosítók áramkorlátozási jelleggörbéi.



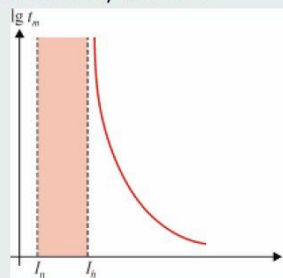
Elvi áram-működési idő karakterisztika

Az I_h határáramhoz tartozó melegedés stacioner értéke épp a szál olvadási hőmérsékletéhez rendelt melegedéssel (τ_{olV}) egyezik meg, tehát a szál a határáram hatására végtelen idő múlva olvad ki.

Az olvadóbetét névleges árama (I_n) kisebb a határáramnál ($I_n < I_h$), bár kedvező volna, ha azonos lenne a határárammal, de ez elvben két okból sem lenne betartható:

1. Az olvadó elem az olvadáspont környékén üzemelne állandó jelleggel, ezért oxidáció és diffúzió miatt bekövetkező öregedés miatt hamar tönkremenne, valamint
2. Az olvadáspont környékén, a fajlagos ellenállás növekedése miatt, 4...5-szörös ellenállása (és vesztesége) lenne az olvadó elemnek

→ Az olvadóbiztosító az I_n és I_h között nem biztosít védelmet

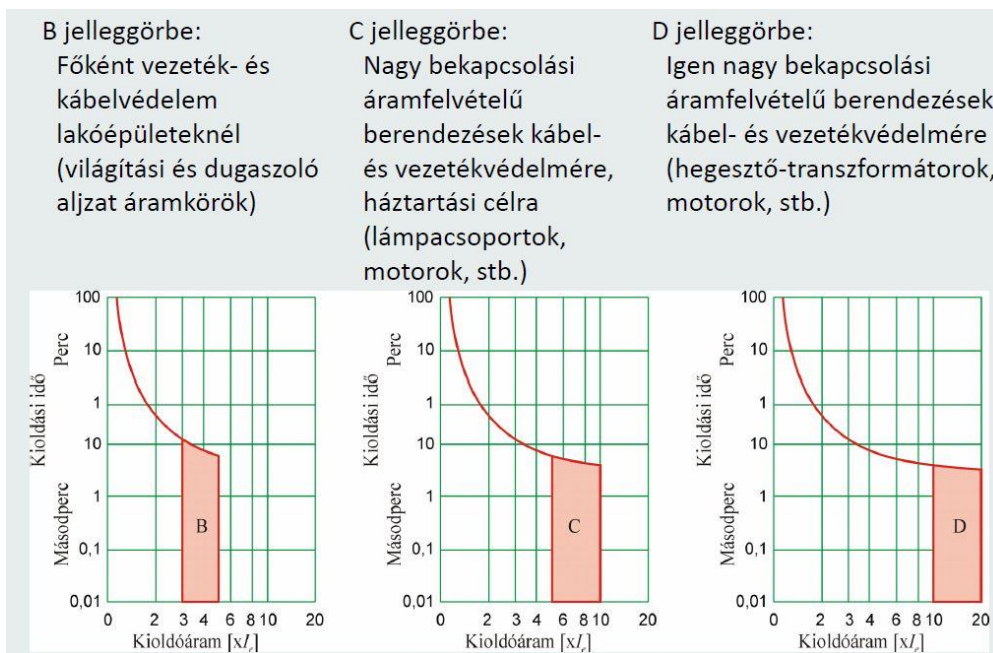


Kisfeszültségű kapcsolókészülékek és készülék kiválasztás

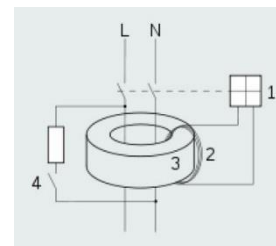
16. Soroljon fel gyakran alkalmazott kisfeszültségű kapcsolókészülékeket! Ismertesse a kismegszakító működését és jelleggörbéit! Mutassa be az áram-védőkapcsoló működését!

Az alkalmazott KiF kapcsolókészülékek: kismegszakító, olvadóbiztosító, áram-védőkapcsoló, túlfeszültség-korlátozó, kontaktor, mágneskapcsoló, impulzusrelé, lépcsőházi időrelé, digitális kapcsolóóra, alkonykapcsoló.

A kismegszakító feladata a villamos hálózatokon zárlatokból vagy túlterhelésből adódó meghibásodások kiküszöbölése. Túlterhelés esetében a kioldás ikerfémes hőkioldóval, zárlat esetén elektromágneses gyorskioldóval történik. Beépíthetősége egyszerű; kis névleges áramhoz nagy zárlati megszakítóképeség tartozik. Jelleggörbéi az alábbi ábrákon láthatók.

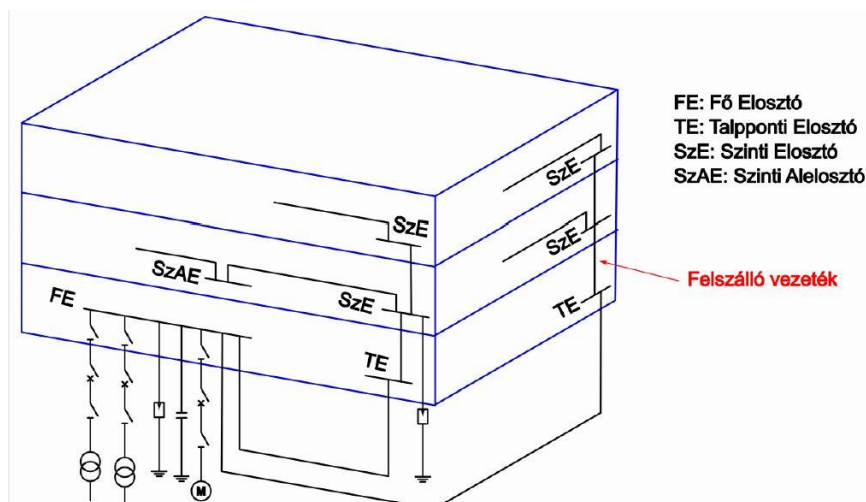


Az áram-védőkapcsoló (ÁVK) az áramütés elleni védelem és a tűzvédelem igen érzékeny kiegészítő eszköze. Működési elve, hogy az áramváltó ablakra csévéltekercsben a fázisvezető és nullavezető áramának különbségével arányos áram indukálódik, az érzékelőegység pedig előre beállított érték felett kikapcsolja az áramkört. Fontos, hogy az áramváltó ablakon (vasmag) a fázisvezetőt/vezetőket és a nullavezetőt kell átvezetni, a védőföldet TILOS, azt mellette kell. Elvi felépítése az oldalsó ábrán látható.



17. Ismertesse egy ipari létesítmény/irodaház villamos hálózatának alapvető felépítését!

A főelosztóban általában kompakt megszakító/olvadóbiztosítós szakaszoló kerül elhelyezésre, mely az egész létesítmény áramfelvételét átviszi / védelmét ellátja. Itt tűzeseti kapcsolót kell elhelyezni, mely az egész épületet feszültségmentesíti. A szelektivitást figyelembe véve innentől kezdve mindenféle készülék előfordulhat alkalmazási környezettől és szabványoktól függően. Egy tipikus sémát mutat be az alábbi ábra.

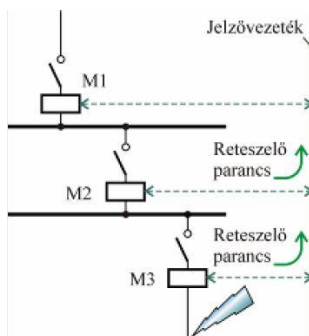


18. Sorolja fel és ábrákon keresztül rövid szöveges magyarázattal mutassa be a szelektivitási módokat!

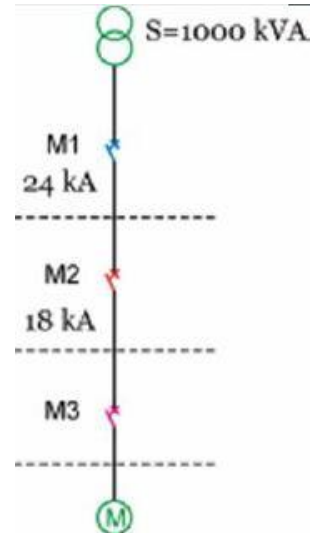
Áramlépcsőzés: A hálózat legvégén, a fogyasztónál bekövetkező zárlatra is legyen azonnali, zárlati kioldás. A tápponttól távolabbi megszakító kapocszárlata esetén se oldjon ki azonnal a tápponthoz közelebbi megszakító. A tápponthoz közeli megszakító a saját kapocszárlatára azonnal oldjon ki. A két megszakító között bekövetkező zárlat esetén a tápponthoz közelebbi ST megszakítónak kell kioldania.

Időlépcsőzés: Ha az áramlépcsőzés nem valósítható meg, mert a megszakítók összekötő vezetékének kicsiny impedanciája miatt a zárlati áram nem csökken kellőképpen a tápponttól a fogyasztó irányában, akkor időlépcsőzési módot használunk. Ekkor a zárlatra mindegyik megszakító megszólalna, de a fogyasztóhoz, és így a zárlathoz legközelebbi lesz a leggyorsabb, csak az lép működésbe.

Gyorsvisszakapcsolással szelektáló rendszer: Bekövetkező végponti zárlat megszakítása után végezetül csak a zárlatos szakasz kapcsolódik ki. Csak gyorsvisszakapcsolásra alkalmas hajtással rendelkező megszakítók használhatók. Fokozott mechanikai és villamos igénybevételnek vannak kitéve. Hátránya, hogy bár csak rövid időre, de hibátlan szakaszok is kikapcsolódhatnak.

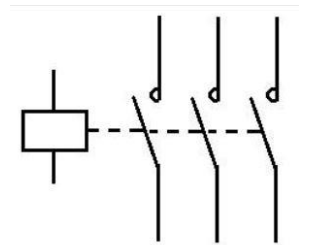


Logikai szelektivitással működő rendszer: A megszakítókat késleltethető elektronikus kioldóegységgel kell ellátni, melyek be- és kimenetei egymással információátvitel biztosító vezető köti össze. L szintű bemenet esetén, ha nincsen vezetékdali zárlat, csökkentett időkésleltetésű készenléti helyzetben vannak. Vezetékdali zárlat esetén az elektronikák bemenetén H szint lép fel, ilyenkor saját időkésleltetési állapotukra állnak át, és továbbítják a kimeneten H szintet a felettük lévő megszakító elektronikáknak. A zárlat helyéhez legközelebbi a hiba elején nem kap semmiféle parancsot, így csak ez fog működésbe lépni.



19. Ismertesse a kontaktor és a mágneskapcsoló definícióját és jellemzőit!

A kontaktorok olyan kapcsolókészülékek, amelyeknek csak egyetlen nyugalmi állapotuk van, mindig gépi működtetésűek, a működtetésük után a tárolt energiájuk visszatéríti őket. A kontaktorokat világítás, fűtés vagy pl. ventilátor vezérléséhez használjuk. Távműködtetésre alkalmasak. Gyakori működtetés mellett is nagy mechanikai és villamos élettartammal rendelkeznek, ezért elterjedt az ipari felhasználásuk. Előnyei, hogy mechanikusan kapcsolhat nagy teljesítményeket; több meghúzótekerccsel is rendelkezhet, ezáltal több helyről is működtethető; kábelezése gazdaságosabb.



Legelterjedtebb típusa az elektromágneses működtetésű kontaktor, melyet mágneskapcsolónak nevezünk, és általában kisebb teljesítmények kapcsolására használunk. Főérintkezőn kívül segédérintkezőkkel is el van látva, melyek különféle vezérlési feladatok elvégzésére szolgálnak. Ívórtó szerkezettel is rendelkezhetnek, de zárlati áramok megszakítására nem alkalmasak. Főleg automatizált, távvezérelt erősáramú fogyasztók működtetéséhez használják. Igen nagy kapcsolási gyakoriság mellett is megbízhatóan üzemelnek, gyakran jelentős túlterheléseket is elviselnek.

20. Ismertesse a kapcsolókészülékek kiválasztási folyamatának lépéseit! Milyen fő szempontokat kell figyelembe venni kontaktorok kiválasztásánál?

- Kiinduló adatok
 - fogyasztói igények
 - hálózati környezet.
- Kapcsolóberendezés kapcsolási vázlatának megtervezése
 - kapcsolóberendezés kiválasztása üzembiztonsági és gazdasági szempontok alapján
 - alkalmas készülékfajták kiválasztása a kapcsolási vázlatához illetve funkciók alapján.
- Kapcsolókészülék műszaki jellemzőinek meghatározása és ellenőrzése
 - passzív és aktív villamos jellemzők; mechanikai jellemzők
 - beépítési és környezeti feltételek
 - üzemvitelnek megfelelő működtetés, vezérlés és hajtás kiválasztása
 - védelmekkel és automatikákkal kapcsolatos követelmények
 - átvételi és üzembehelyezési próbák.

Kontaktorok kiválasztásánál fő szempontok: specialitásuk, hogy a névleges áram nem jelenti azt, hogy nem lehet nagyobbat kapcsolni vele; elvárt élettartam kapcsolási ciklusban kifejezve.

Melegedési folyamatok fizikája

21. Ismertesse a melegedés alapeseteit, valamint a különböző hőátviteli módokat és azok fizikáját!

Az áramjárta vezetők minden esetben melegszenek. A keletkezett Joule-hő lehet a vezető melegedése (fajhő), de akár hőátvitel is. A hőátvitel történhet hővezetéssel, sugárással és hőátadással (kovekcióval).

A lassú melegedés üzemi és túlterhelési áramok hatására jön létre. Ebben az esetben a környezetnek adódik át hő. A melegedés ideje (t_m) egy nagyságrendbe esik a melegedési időállandóval (T_m). Mivel a melegedés ideje jóval nagyobb az áramok villamos időállandójánál, ezért a bekapcsolási villamos tranziensek elhanyagolhatók. A melegedés ekkor a váltóáram effektív értékével számítható. A hőmérsékletnövekedés kis mértékű, ezért a fajlagos ellenállás, a fajhő és a hőátadási tényező állandó.

A gyors melegedés zárlati áramok hatására jön létre. Ebben az esetben a környezetnek átadódó hő elhanyagolható. A melegedés ideje sokkal kisebb az időállandójánál. A bekapcsolási villamos tranziensek csak akkor hanyagolhatók el, ha $t_z > T$. A melegedés csak akkor számítható a váltóáram effektív értékével, ha a bekapcsolási tranziensek elhanyagolhatók. A hőmérsékletnövekedés jelentős mértékű, ezért a fajlagos ellenállás és a fajhő hőmérséklettől való függését figyelembe kell venni.

A három hőátviteli mód fizikája az alábbi ábrákon található.

Hőátviteli módok: hővezetés

- **Számítása:** a Fourier-törvény alapján felírható összefüggés:

$$d\Phi = dP = \frac{dQ}{dt} = -\lambda \cdot \text{grad } \vartheta \cdot dA$$

- $d\phi$ [W] a dA [m²] felületen átáramló hőfluxus (hőáram), vagy dP [W] hőteljesítmény
- dQ [Ws] a hőmennyiség vagy hőtartalom
- $-\lambda$ [W/mK] a hővezetési tényező $\rightarrow$ a hő a nagyobb hőmérsékletű helyről a kisebb hőmérsékletű felé áramlik

Hőátviteli módok: sugárzás

- Nem igényel közvetítő közeg (ez fontos pl. vákuummegszakítóban égő ív esetén!)
- Két - ε_1 és ε_2 szürkeségi tényezőjű valamint T_1 és T_2 [K] hőmérsékletű - test között felületegységenként q [W/m²] teljesítmény áramlik át:

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \cdot 5,76 \cdot 10^{-8} (T_1^4 - T_2^4)$$

- Lényeges: T^4 -el arányos!

Hőátviteli módok: konvekció

- Felmelegített test felületéről a hőt a test környezetében lévő áramló anyagok (folyadékok, gázok) viszik el (pl. SF₆ áramlása megszakítóban ívoltáskor)

$$\frac{dQ}{dt} = P = \alpha_k \cdot S \cdot \tau$$

- S hőátadó felület nagysága
- τ [K] a test melegedése, azaz a ϑ [K] hőmérsékletű test mennyire melegszik a $\vartheta_{k\ddot{o}rny\ddot{e}}$ [K] környezeti hőmérséklethez képest
- α_k [W/m²K] konvekciós hőátadási tényezővel; α_k - a geometriai paraméterek mellett - a melegedéstől is függ

$$\alpha_k = \text{const.} \cdot \sqrt[4]{\tau}$$

22. Ismertesse a szabadvezetékek terhelhetőségét a hőegyensúlyi egyenlet alapján!

A szabadvezetékek terhelhetősége lassú melegedési móddal számítható, melynek részleteit az alábbi ábra foglalja össze.

A vezeték terhelhetősége a hőegyensúlyi egyenlet alapján számolható:

$P_j + P_s = P_R + P_C$

P_s : napsugárzás
 P_c : szél (konvekció)
 P_r : sugárzás
 P_j : Joule hő (hővezetés)

mivel $P = I^2 \cdot R(T_v)$

$$I = \sqrt{\frac{P_R + P_C - P_s}{R(T_v)}}$$

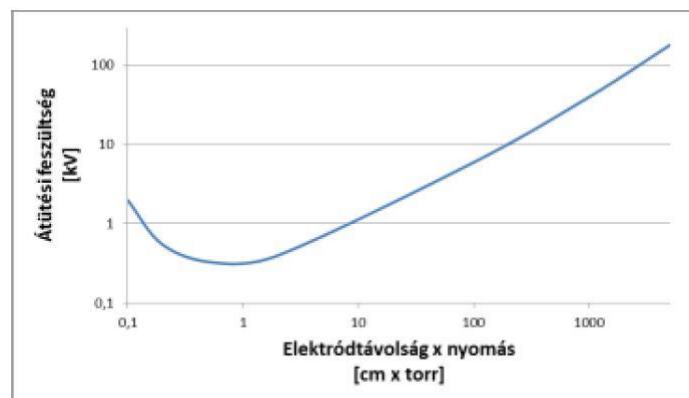
$T_v = T_{max}$ esetén

$$I_R = \sqrt{\frac{P_R(T_{max}) + P_C(T_{max}) - P_s}{R(T_{max})}}$$

Kisülési jelenségek gázszigetelőkben

26. Ismertesse a Paschen-görbét és törvényt és annak fizikai alapját!

A nyomás és elektródtávolság hatását az ún. Paschen-törvény (alábbi ábra) írja le, amelynek érdekessége, hogy adott elektródelrendezés esetén van egy olyan nyomásérték, ahol az átütési feszültség minimális (levegőre 327 V), ettől kisebb és nagyobb értékek esetén az átütési feszültség nő. Tehát normál levegőben e minimális értéknél kisebb feszültségen nem jön létre átütés, akármilyen kicsi az elektródtávolság. Ennek magyarázata, hogy nagyon kicsi elektródtávolság vagy nagyon ritka gáz esetén nem jön létre elegendő számú ütközés, ami az elektronok számának növekedését eredményezhetné.



2. ábra Paschen-görbe levegőre

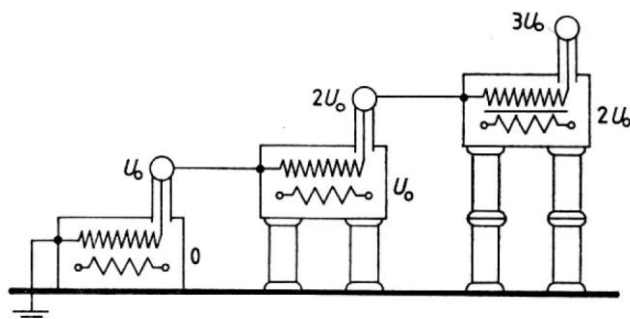
A Paschen-görbe függőleges tengelyén az átütési feszültség (U_0), vízszintes tengelyén a nyomás és az elektródtávolság szorzata ($p \cdot a$) van. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a nyomást és az elektródtávolságot fordított arányban változtatva azonos görbét kapunk. A nyomás és a hőmérséklet egymással szintén összefügg, mindkettő az elektronok átlagos szabad úthosszának változása révén fejt ki hatását. Állandó nyomáson a hőmérsékletet növelve nő az átlagos szabad úthossz, ezáltal az ionozás hatásossága, így az átütési feszültség csökken. A páratartalom növekedése ugyanakkor az ionozás hatásosságát rontja, ezért a villamos szilárdságot növeli! Adott alakú elektródok esetén az elektródköz növelésével az átütési feszültség nő, a villamos szilárdság viszont csökken. Ez szintén leolvasható a Paschen-görbe emelkedő szakaszáról: azonos nyomáson kétszeres elektródtávolsághoz kétszeresnél kisebb átütő feszültség tartozik, tehát kisebb villamos szilárdság adódik.

Nagyfeszültség előállítása

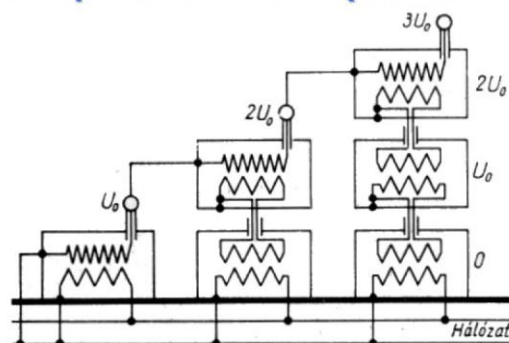
27. Ismertesse a nagy váltakozófeszültség előállításának módszereit.

Ipari frekvenciájú nagy váltakozófeszültség előállítására többféle elrendezés is létezik mind lépcsős, mind kaszkád kialakításban. Ezek blokkvázlata az alábbi ábrákon látható. A próbafeszültség előállítása történhet soros és párhuzamos rezgőkörrel, melyek áramköri kapcsolása szintén az alábbi ábrákon látható.

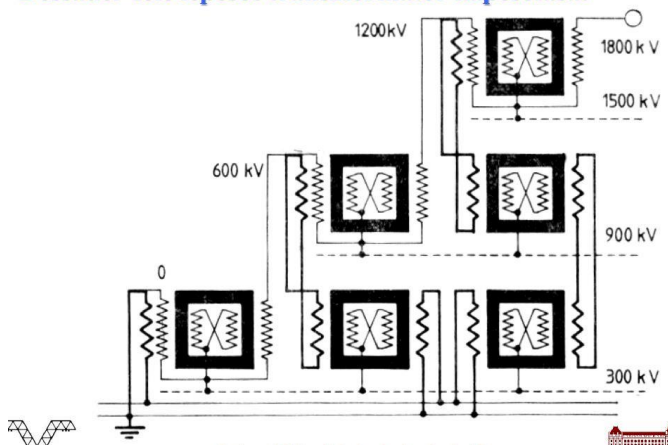
Lépcsős transzformátorok:



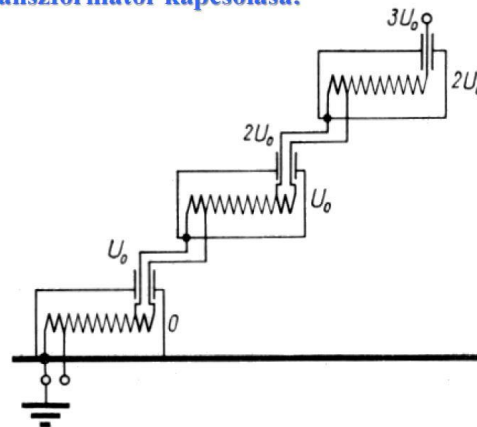
Dessauer-féle lépcsős transzformátor kapcsolása:



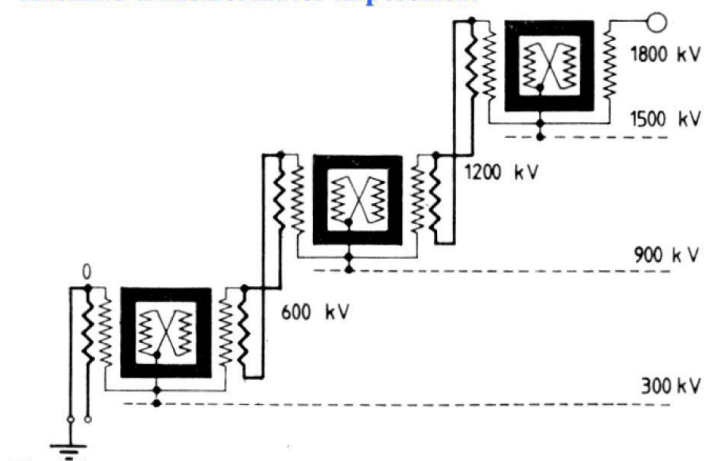
Dessauer-féle lépcsős transzformátor kapcsolása:



Kaszkád transzformátor kapcsolása:

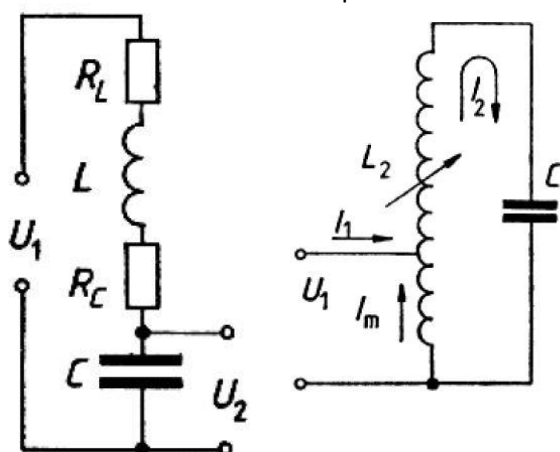


Kaszkád transzformátor kapcsolása:



soros

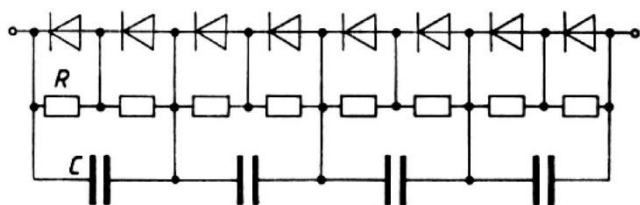
párhuzamos



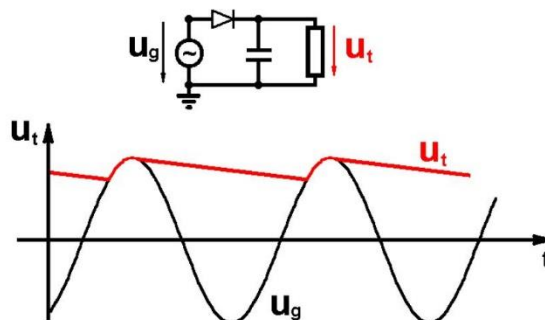
28. Ismertesse a nagy egyenfeszültség előállításának módszereit.

Nagy egyenfeszültséget jellemzően nagy váltakozófeszültségből állítunk elő különböző egyenirányító kapcsolásokkal. Ezen kívül léteznek még feszültségnövelő kapcsolások is. Az egyenfeszültség legfontosabb paraméterei a hullámosság ($h = (U_{csmax} - U_{csmin})/2$), a lineáris középérték ($U = U_{csmin} + h$), és a pozitív vagy negatív értéket felvehető polaritás. A nagyfeszültségű egyenirányítók az alábbi ábrákon láthatók. Az egyenirányítókban használt dióda lehet félvezető-alapú, vagy vákuumdióda. Szintén az alábbi ábrákon láthatók a feszültségnövelő kapcsolások.

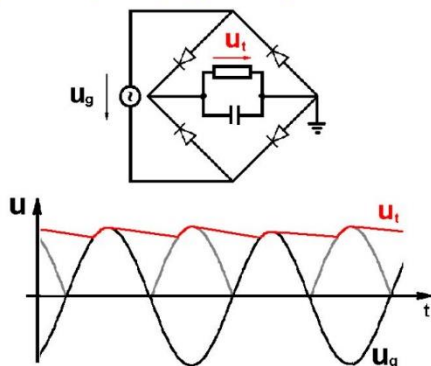
Diódákból összeállított nagyfeszültségű egyenirányító feszültségvezérlő ellenállásokkal és kondenzátorokkal



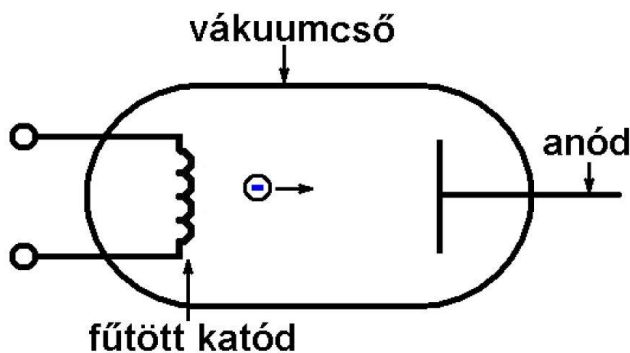
Egyutas egyenirányító:



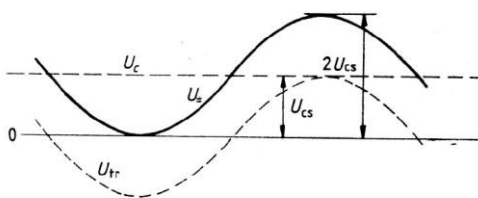
Graetz-kapcsolású (2 utas) egyenirányító:



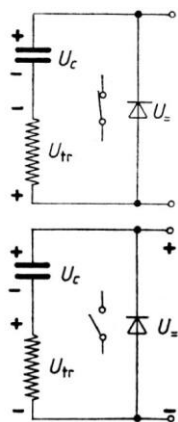
Nagyfeszültségű vákuumdióda:



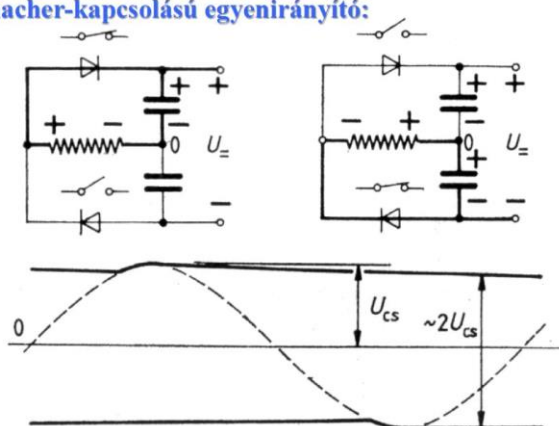
Villard-kapcsolás:



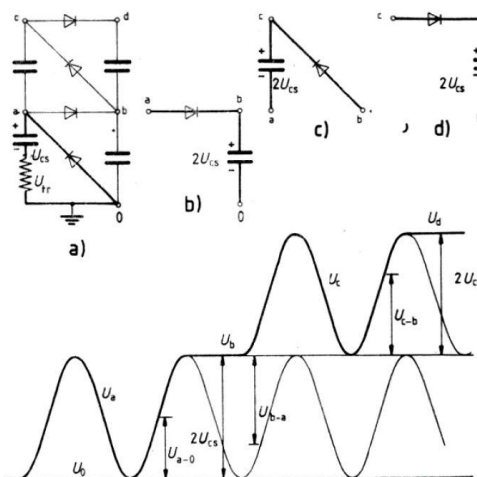
$$U_{tr} = U_c + U_{cs} \sin \omega t = U_{cs}(1 + \sin \omega t)$$



Greinacher-kapcsolású egyenirányító:

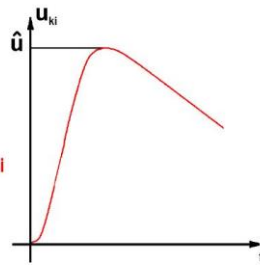
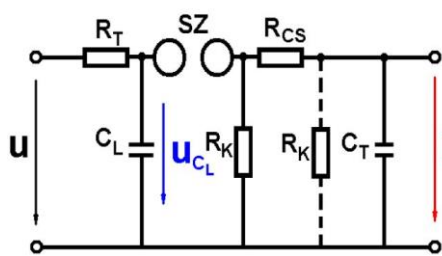


Kaskád egyenirányító:

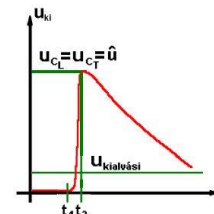
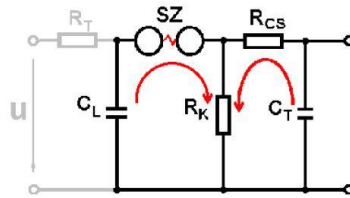
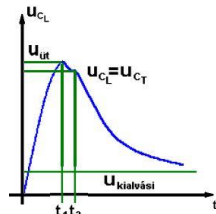
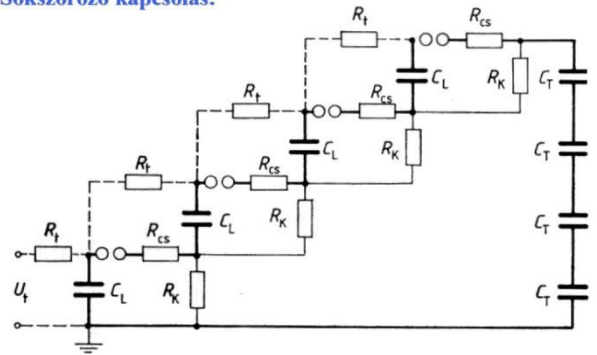


29. Ismertesse a lökésgerjesztő működését!

Általános elvi kapcsolás



Sokszorozó kapcsolás:

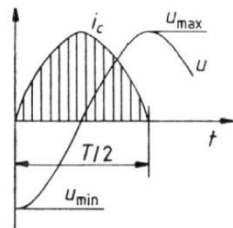
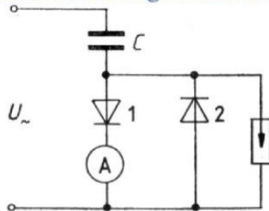


Működése:

- U tölti R_T -n keresztül a C_L kapacitást
- U_{CL} feszültség növekszik, amikor U_{CL} eléri a szikraköz (SZ) átütési feszültségét, akkor a szikraköz átüt
- $R_T \gg R_{CS}$ ezért C_L C_T -t tölti R_{CS} -n és SZ-n keresztül mivel $R_K > R_{CS}$ miatt C_L töltésének legnagyobb része C_T -be töltődik át, kialakul a hullám „homloka”
- $U_{CL} = U_{ki}$ esetén mindkét kondenzátor (C_L , C_T) kisül, kialakul a hullám „háta”

30. Ismertesse a feszültség csúcsértékének mérési módszereit!

Váltakozófeszültségű csúcsmérő



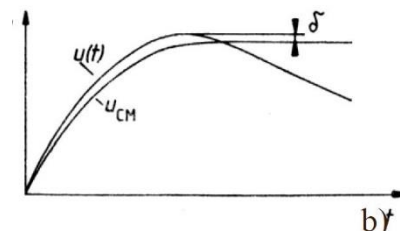
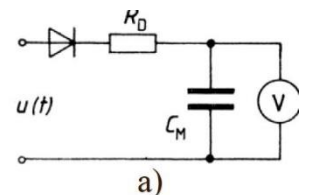
$$i_c(t) = C \frac{dU}{dt} \Rightarrow i_m = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} C \frac{dU}{dt} dt = \frac{C}{T} \int_{U_{min}}^{U_{max}} dU$$

$$i_m = \frac{C}{T} (U_{max} - U_{min}) = C f 2U_{max} \Rightarrow U_{csúcs} = \frac{i_m}{2fC}$$

Rudnai Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

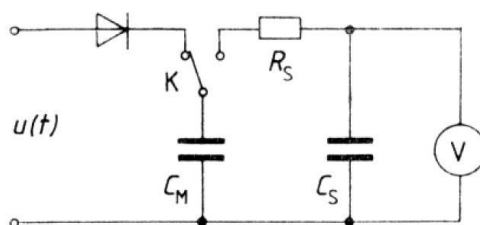
Lökőfeszültség-csúcsmérő:

- a) kapcsolás;
- b) az időállandóból eredő hiba



$$\tau = R_D C_M$$

Lökőfeszültség-csúcsmérő segédkondenzátorral és átkapcsolóval:



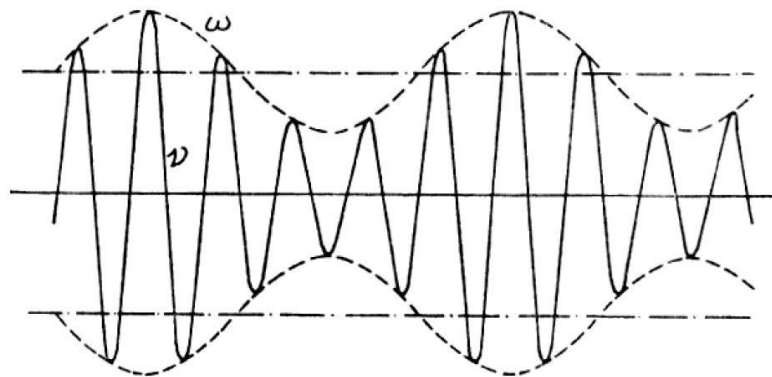
$$C_M < 100 \text{ pF}$$

- Előnyök:
- + elektrosztatikus voltmérő: a kitérés függvényében változik a kapacitása
 - + $C_S \gg C_M$

31. Ismertesse a generátor elven működő voltmérők elvét és felépítését!

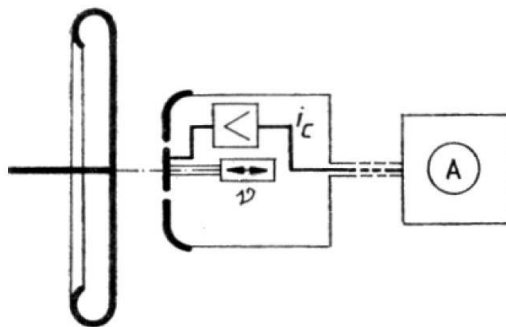
$$i_c = \frac{dQ}{dt} = C(t) \frac{dU}{dt} + U(t) \frac{dC}{dt}$$

Áramhullám:



ω : a mérendő feszültség körfrekvenciája
 ν : a kapacitás változásának körfrekvenciája

Rezgőkondenzátoros voltmérő elvi felépítése:



Rotorvoltmérő elvi felépítése:

N nagyfeszültségű elektród; F földelt árnyékoló elektród; M_1 és M_2 álló mérőelektródok

