

ELEKTROTECHNIKA II. ZH (2013-2014. 1. félév)

A tanszék által a második zárthelyire kiadott adott ellenőrző kérdések

Szigetelések

Igénybevételek: névleges feszültség, üzemi feszültség, tartós túlfeszültségek, kapcsolási vagy belső túlfeszültségek, légköri túlfeszültségek.

Próbafeszültségek: ipari frekvenciájú, lökőhullámú, kapcsolási hullámú.

1. A biztonsági tényező és használatos értékei

A szigetelésekben a szigetelőanyagokat csak a villamos szilárdságuknál kisebb igénybevétellel lehet terhelni. Ezt a biztonsági tényezővel jellemezzük. A biztonsági tényező két igénybevétel (feszültség, térerősség) aránya.

A látható biztonság a próbafeszültségi és üzemfeszültségi igénybevételek hányadosa. A látszólagos biztonság az átütési szilárdság (átívelési feszültség) és az üzemi igénybevétel (üzemi feszültség) hányadosa. A valódi biztonság értéke a tényleges átütési szilárdság (átütési feszültség) és az üzemi feszültség hányadosa.

A biztonsági tényező megállapításakor fontos szempontok: szigetelés minősége, esetleges gyártási hibák, előre nem látható igénybevételek, eltérések (üzemi és meghatározáskori körülmények), gazdaságosság.

2. A szigetelések alaptípusai, példák

Beágyazott: sodronyok szigetelése, átkötés transzformátorokban. Ez a legkedvezőbb típusa a szigeteléseknek. A szigetelőanyag úgy tölti ki az elektródok közti teret, hogy az esetleges határretegek egybeesnek az egypotenciálú felületekkel.

Részben beágyazott (átvezető) szigetelésről beszélünk, ha a szigetelés egy része beágyazott, a másik részen pedig a szigeteléssel burkolt elektród eltávolodik az őt körülvevő elektródból. Gyakran vonják be a felületet csökkentett ellenállású réteggel vagy építenek be potenciálvezérlő elektródokat.

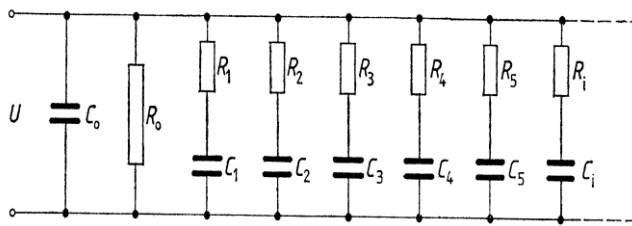
A fő típusokhoz tartozik még a támszigetelő típusú szigetelés is. Szokás még a gáz vagy folyadék szigetelő burkolat alkalmazása.

3. A polarizáció és fajtái

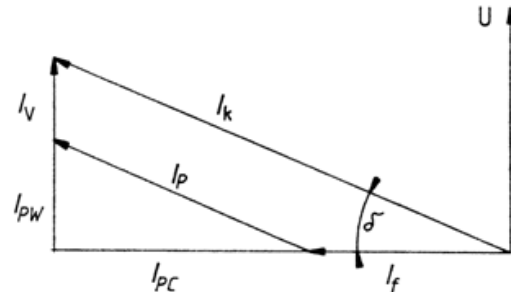
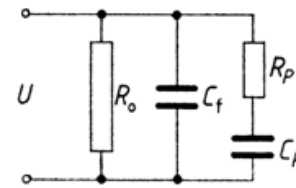
A polarizáció az elektromos töltések elektromos erőtér hatására történő szétválasztódása a szigetelő anyagokban.

Fajtái: elektron- és ioneltolódási, hőmérsékleti ionpolarizáció, hőmérsékleti és rugalmas orientációs, határreteg polarizáció, tértöltés polarizáció.

**4. A szigetelőanyagok helyettesítő kapcsolása.
A veszteségi tényező a szigetelőanyagok egyszerűsített fázorábráján**



$$\frac{C_i}{C_0} = \frac{\Delta \varepsilon_i}{\varepsilon_0}, \tau_i = R_i \cdot C_i$$



A veszteségi tényező a fázorábra segítségével a következő összefüggéssel számítható:

$$\tan \delta = \frac{I_w}{I_c} = \frac{I_{pw} + I_v}{I_f + I_{pc}}$$

Veszteségi tényezők különböző anyagok esetén: transzformátorolaj: $2 \cdot 10^5 \tan \delta$, porcelán: $1,5 \cdot 10^6 \tan \delta$.

Szupravezetés

1. Szupravezetős Nobel-díjasok

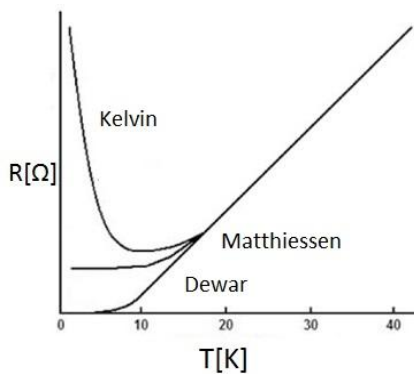
A szupravezetés feltalálása Heike Kamerlingh Onnes nevéhez fűződik (1913), aki ezzel együtt a folyékony hélium előállítására is módszert talált. 1972-ben a Bardeen, Cooper, Schrieffer triót tüntették ki a szupravezetők terén végzett kutatásokért (BCS-elmélet). 1973-ban Josephson, Giaever és Esaki a Josephson-effektus felfedezéséért kaptak Nobel-díjat. 1987-ben Müller és Bednorz a kerámiaalapú anyagok szupravezetési tulajdonságainak kimutatásáért részesültek kitüntetésben. 2003-ban Lebedyev, Ginzburg (a szupravezetés fenomenológikus elmélete), illetve Abrikoszov (II. típusú szupravezetőkkel végzett kísérleteiért) kaptak Nobel-díjat.

2. A szupravezetés jelensége

- Gázok cseppfolyósítása

Heike Kamerlingh Onnes a szupravezetést gázok cseppfolyósítása céljából végzett kísérleteinek köszönhetően fedezte fel. A hidrogén és az oxigén cseppfolyósítására már a 19. század végén született módszer. A hélium hűtésekor figyelte meg a holland tudós, hogy egy bizonyos hőmérsékleten (4,2 kelvin) az ellenállás nullára csökken.

- Elméletek a fémek ellenállásával kapcsolatban



A fémek ellenállását több fizikus is tevékenyen vizsgálta, három elmélet született ebben a tekintetben. Az angol Lord Kelvin úgy vélte, hogy a fémek ellenállása egy kritikus hőmérsékleti értéken a legkisebb, ez alatt és felett egyaránt nő.

Matthiessen kísérletekkel bizonyította, hogy a fémek ellenállása normális hőmérsékleten egy, az abszolút hőmérséklettől független tagból tevődik össze. Dewar szerint a fémek ellenállása a hőmérsékletnek közel lineáris függvénye.

- Az ellenállás eltűnése és a kritikus paraméterek

A szupravezetés az anyagok egy csoportjánál megfigyelhető jelenség. A szupravezető anyagok ellenállása alacsony hőmérsékleten (erős közelítéssel 100 kelvin alatt) nullára csökken, a mágneses teret pedig kizárják magukból. A szupravezetés feltalálása új távlatokat nyitott az elektrotechnikában. Szupravezető elemek például a higany és a nióbbium, ezek egyes vegyületei, néhány félvezető vegyület (pl. vanádium-szilicid), illetve réz-oxid (pl. ittrium-bárium-réz-oxid). Az elemek kritikus hőmérséklete a legalacsonyabb (10 K alatt).

- Kritikus tér és áram hőmérséklet-függése

A szupravezetés jelenségét a hőmérséklet alapvetően meghatározza. Azonban létezik a mágneses térnek olyan kritikus értéke, mely felett a szupravezetés megszűnik (I. típusú szupravezetőknél; II. típusúaknál a felső kritikus térerősség értéke kell ehhez). A Silsbee-szabály értelmében amennyiben létezik kritikus térerősség, akkor az áramnak is létezik kritikus értéke. A kísérletek alapján a kritikus térerősség jelleggörbéje $1 - T^2$ alakú.

- Szupravezető anyagok: elemek, vegyületek és ötvözetek

Szupravezető elemek pl.: nióbbium, alumínium, higany, cink, kadmium, irídium, ólom. A vas 20 GPa nyomáson 1 kelvin hőmérsékleten válik szupravezetővé.

Szupravezető vegyületek pl.: NbC (nióbbium-karbid), NbN (nióbbium-nitrit), Nb₃Sn (trinióbbium-tin), Nb₃Ge (nióbbium-germanid), ittrium-bárium-réz-oxid.

Szupravezetők körében is elterjedt a doppelás (ötvözés), leginkább félvezető elemekkel, így pl. szilíciummal és germániummal.

- A Meissner-effektus

A Meissner-effektus felfedezése Meissner és Ochsenfeld nevéhez fűződik. Ők bizonyították be, hogy a szupravezetők ideális diamágneses anyagok, azaz kritikus mágneses térerősségi érték eléréséig a mágneses fluxust magukból teljesen kiszorítják (állandó, azaz nem változó

mágneses tér esetén is). A mágneses tér a szupravezetőbe csak nagyon kis mértékig hatol be (az ún. behatolási mélységig), ezen túl az anyagban a mágneses térerősség értéke zérus.

- Miért zérus az ellenállás (Cooper-párok)

A BCS (Bardeen, Cooper, Schrieffer) elmélet magyarázza meg, hogy miért zérus a szupravezetők ellenállása a kritikus hőmérséklet alatt. A szupravezető anyagok elektronjai párokba rendeződnek, ezek az ún. Cooper-párok. Ennek az oka az, hogy alacsony hőmérsékleten az ionrács nagyobb vonzóerőt hoz létre, mint az elektrosztatikus taszító hatás. Az elektronpárok szétválnak (mivel nem stabilak), majd újabbak alakulnak. Tehát az elektronok elmozdulnak (vesztésgmentesen) az anyag belsejében, így a zérus ellenállású szupravezetőben áram folyik.

- A szupravezetők osztályozása

A szupravezetőket többféleképpen is osztályozhatjuk.

Hőmérséklet alapján beszélünk magas, közepes és alacsony hőmérsékleten szupravezető anyagokról (szokás még megkülönböztetni szobahőmérsékleten szupravezetőket is). Az alacsony hőmérsékletű szupravezetők (pl. NbTi, Nb₃Sn) kritikus hőmérséklete 23,2 kelvin, a közepes hőmérsékletűeké (pl. MgB₂) 39 kelvin, míg a magas hőmérsékletűeké (pl. YBCO, BSCCO) 138 kelvin alatti. A gyakorlatban az alacsony és magas hőmérsékletű szupravezetők közötti elválasztó érték a 77 kelvin. A szobahőmérsékletű szupravezetők kutatása ma is folyik, pontos eredmények ebben a kategóriában még nincsenek.

A hőmérsékleti osztályozáson túl beszélhetünk első és második típusú szupravezetőkről. Az I. típusú, egyszerű szupravezetőknek egy kritikus érték jellemzi, ez alatt és felett szupravezető az anyag, illetve nem az. A II. típusú szupravezetőket később fedezték fel (Abrikoszov névéhez fűződik az elmélet megalkotása). Ezek esetében két kritikus térerősségi értékről beszélhetünk, egy alsó és egy felső kritikus térerősségről. Az alsó kritikus érték alatt, illetve a felső felett ugyanúgy viselkedik az anyag, mint egy normál szupravezető (azaz az alsó alatt szupravezető, a felső felett megszűnik a tulajdonság). A két érték között jön létre egy ún. kevert állapot, amelyben a szupravezetés fennáll (tehát ellenállás nélkül vezet az anyag), de a mágneses fluxus behatol az anyag belsejébe.

3. Lebegtetési kísérletek

- ZFC, FC, stabilis helyzet, felfüggesztés

A szupravezető anyagok ellenállása alacsony hőmérsékleten zérus. Az anyag lehűtése kétféleképpen történhet: mágneses térben (FC), illetve mágneses tér nélkül (ZFC).

FC hűtés következményeképpen a mágneses fluxus mintegy „belefagy” a szupravezetőbe. Amennyiben az így hűtött szupravezetőt állandó mágneshez közelítjük, a mágnes arra felfüggeszkedik (szuszpenzió). ZFC hűtés után az anyagban nincs mágneses tér, állandó mágneshez közelítve azonban a mágneses fluxust „belekényszerítjük” a szupravezetőbe (ez a jelenség az ún. pinning), mely aztán stabilis helyzetbe kerül a mágnes fölé helyezve.

Amennyiben a szupravezető felmelegedik a kísérlet során, úgy fokozatosan szorítja ki magából a fluxust, míg végül az teljesen megszűnik, így a lebegés, függeszkedés, stb. megszűnik. A kerámiák fajhője nagy, hővezetési képessége azonban kicsi (a fémekkel pontosan ellentétben), ez a jelenség főként tehát ezekre jellemző.

- A lebegtetési kísérletek tapasztalatai

ZFC hűtés utáni lebegtetési kísérlet: A szupravezetőt az állandó mágnes fölé helyezve az stabilis helyzetben van (a mágnestől állandó távolságra), közben egy helyben forog. Amennyiben kitérítjük (lökéssel), visszatér az addigi egyensúlyi helyzetébe. Ha azonban nagyobb erőhatást gyakorolva kimozdítjuk az egyensúlyi helyzetből, akkor újfent egyensúlyi helyzetbe kerül (de nem ugyanazon a helyen, ahol addig volt).

FC hűtés után a szupravezetőt a mágnes fölé helyezve, majd megemelve azt tapasztaljuk, hogy a mágnes követi a szupravezető mozgását, mintha felfüggesztettük volna.

A szupravezető felmelegedése esetén, ha az egyensúlyi helyzetben volt, a mágnestől való távolság egyre csökken, míg végül ráesik a mágnesre (a fluxus kiszorul).

4. II. típusú szupravezetők

A II. típusú szupravezetők esetében két kritikus térerősségi értékről beszélhetünk, egy alsó és egy felső kritikus térerősségről. Az alsó kritikus érték alatt, illetve a felső felett ugyanúgy viselkedik az anyag, mint egy normál szupravezető (azaz az alsó alatt szupravezető, a felső felett megszűnik a tulajdonság). A két érték között jön létre egy ún. kevert állapot, amelyben a szupravezetés fennáll (tehát ellenállás nélkül vezet az anyag), de a mágneses fluxus behatol az anyag belsejébe.

- Fluxusörvények II. típusú szupravezetőkben

Homogén, szennyeződésektől és hibáktól mentes II. típusú szupravezetőkben az örvényrács szabadon mozoghat. A mágneses tér a szupravezetőbe ún. fluxusörvények (fluxusszálak) formájában hatol be. A fluxusszálak mindegyike ugyanakkora fluxust tartalmaz (fluxuskvantum: $\Phi_0 = h/2e \approx 2 \cdot 10^{-15} \text{Vs}$). Ebben az esetben érvényes Lorentz törvénye: $F = B \cdot l_i \cdot I$.

- Pinning II. típusú szupravezetőkben

A pinning jelensége az inhomogén szupravezetőkben figyelhető meg. A behatoló fluxusszálak az inhomogenitásokon rögzülnek, így ún. pinning-centrumok jönnek létre. Egy adott fluxusszálon a pinning következtében fellépő erők (pinning-erők) összege zérus.

- Mágnesezési görbe

II. típusú szupravezetők felmágnesezése során megfigyelhető a hiszterézis jelensége. A szűzgörbe a negatív félsíkra esik, ennek az oka a diamágnesség. Időben változó terek hatására ún. AC-veszteség (váltakozó áramú veszteség) keletkezik.

- E-J karakterisztikák

Villamos térerősség (függőleges tengely, V/m) – áramsűrűség (vízszintes tengely, A/cm²) görbe. A görbe egy bizonyos értékig konstans, itt meredeksége közel végtelenné válik.

- II. típusú szupravezetők kritikus felülete

A szupravezetők jellemző értéke a kritikus mágneses térerősség, illetve a kritikus áramsűrűség. Ezeket a kritikus hőmérséklettel egy koordináta-rendszerben ábrázolva megkapjuk az ún. kritikus felületet. Ez a felület a szupravezetési és a normál állapotot választja el. A felület alakja hasonló anyag típusokra hasonló.

5. Alacsony hőmérséklet előállítása. Fajlagos hűtőtöljesítmény

A szupravezetők ellenállása alacsony hőmérsékleten zérus. A hűtéshez érdemes költséghatékony anyagokat használni. A leggyakoribb hűtőanyagok: hidrogén, hélium, oxigén, neon, nitrogén.

6. Szupravezetős alkalmazások osztályozása

- Mágneses tér

Nagy mágneses terű alkalmazások: $B > 1$ tesla. Generátorokban, motorokban, erőművekben elterjedt. A mágneses energiatárolás is ezt igényli.

Kis mágneses terű alkalmazások: $B < 1$ tesla. Erősáramú kábelek esetén, transzformátorokban, áramkorlátozók készítése során gyakori.

- Áramnem

Egyenáramú és váltakozó áramú alkalmazásokról beszélhetünk. Mindkét esetben alkalmazzák a szupravezetőket kábelekben, tekercselésben (armatúra), gerjesztő tekercsek gyártásakor, transzformátorokban, áramkorlátozóokban.

- Alkalmazás jellege

Az alkalmazás jellege szerint beszélhetünk versenyző alkalmazásról, illetve résekbe illeszkedő alkalmazásokról. Versenyző alkalmazás esetén létezik nem szupravezetővel kivitelezhető megoldás is, ilyenkor a szupravezetős megoldás jobb műszaki paraméterekkel kell, hogy rendelkezzen, illetve gazdaságosabbnak is kell lennie (pl. generátorok, transzformátorok, kábelek). A résekbe illeszkedő alkalmazásoknak nem létezik nem szupravezetős alternatívája (pl. mágneses energiatároló, mágneses csapágyazás, lendkerék, áramkorlátozó, nagy mágneses terek előállítása).

- A szupravezetők elektrotechnikai (large scale) alkalmazásainak áttekintése

A szupravezetők alkalmazásának számos előnye van. Nagy erősségű áramokat szinte veszteségmentesen képesek vezetni (nagy hatásfokkal, még váltakozó áram esetén is minimális veszteséggel). Méretük kicsi, tömegük is kisebb, mint a normál vezetőké, ezáltal nagyobb

áramsűrűségi értékek érhetőek el. Alacsony hőmérsékleten is üzemeltethetők, szigetelésük környezetkímélő (nincs szükség pl. olajra), élettartamuk nagyobb.

Hátrányok: komplex technológia, nagyobb költségek. A megbízhatóság nem teljesen bizonyított, a gyártás korlátozott.

A zárlati áramkorlátozók működési elve azon alapszik, hogy kritikus értékek esetén a szupravezető ellenállása már nem zérus, így az esetlegesen fellépő nagy áramerősséget meg lehet velük akadályozni.

A szupravezetős mágneses csapágyak alkalmazásával, illetve a szupravezetős lendkerekes rendszerekkel stabil lebegési erő hozható létre.

A szupravezetőket alkalmazzák az orvostudományban is: az MR (mágneses magrezonancia képalkotás) vizsgálat az emberi test egészét képes feltérképezni, és kimutatni különböző elváltozásokat. Felbontóképessége jobb, mint a hasonló funkciókat ellátó vizsgálatok.

Elsőként Japánban gyártottak olyan vonatot, amely a szupravezetős lebegtetés elvén működik. A szerelvény kb. 50 km hosszú pályán 600 km/h-s sebességgel száguld.

A szupravezetők alkalmazása erőművekben még nem terjedt el, de egyre több terv születik azzal kapcsolatban, hogy hogyan lehetne olyan erőművet építeni, amely kizárólag szupravezetők alkalmazásával gazdaságos termelésre képes. Kísérleteznek az alkalmazásukkal a fúziós reaktorokban (TOKAMAK) is.

Mágneses anyagok, terek és körök

1. A gerjesztőáram

A villamos gépek tekercseiben a szinuszos feszültségforrás, és a tekercs kis ellenállásnak köszönhetően szinuszos fluxus jön létre. A mágneses fluxust a tekercsben folyó ún. gerjesztőáram hozza létre. A gép üzemállapota, a tengely fordulatszáma is szabályozható a kapcsolófeszültséggel és a gerjesztőárammal. A gerjesztőárammal való szabályozás alacsonyabb teljesítményszinten történhet. Amennyiben a mágnesezési görbe nem lineáris, úgy a gerjesztőáram időbeli változása sem lineáris. A B-H görbét gyakran skálázzuk át Φ -i görbévé a számítások miatt.

- **A gerjesztőáram számítása telítődő, veszteségmentes mágneskör-karakterisztika esetén, a vasmagos tekercs leképezése**

Veszteségmentes (azaz hiszterézis nélküli) karakterisztika esetén a fluxus szinuszos, a gerjesztőáram nem (ez a Φ -i görbén látszik). A gerjesztőáram és a fluxus között nincs fáziseltérés, a feszültséghez viszonyítva a gerjesztőáram szimmetrikus. A gerjesztőtekercs egy induktivitással ábrázolható, veszteség nem keletkezik. A gerjesztőáram alapharmonikusa 90°-kal késik a feszültséghez viszonyítva.

- **A gerjesztőáram számítása telítődő, veszteséges mágneskör-karakterisztika esetén, a vasmagos tekercs leképezése**

Hiszterézises karakterisztika esetén sem szinuszos a gerjesztőáram, a feszültséghez viszonyítva aszimmetrikus. Két komponensre bontható: i_c komponense és az indukált feszültség között nincs fáziseltérés, ez a komponens okozza a vasvesztést; i_m komponense a fluxussal van azonos fázisban, ez az ún. mágnesező áram. A gerjesztőtekercset egy induktivitással (reaktancia) és a vasvesztést jelképező ellenállással (párhuzamosan kapcsolva) szemléltethetjük.

2. Mágneses körök

- **A gerjesztési törvény értelmezése**

Az Ampère-féle gerjesztési törvény az áram és az általa gerjesztett mágneses mező kapcsolatát írja le. A mágneses térerősség zárt görbe menti integrálja megegyezik a görbe által határolt felületen folyó áramok előjeles összegével.

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \cdot I$$

A permeabilitás az anyagra jellemző állandó, mágneses áteresztő képességet jelent. μ_0 a vákuum permeabilitása, a relatív permeabilitást μ_r -rel szokás jelölni. A ferromágneses anyagok relatív permeabilitása néhány ezres nagyságrendű.

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r \rightarrow B = \mu \cdot H \quad (\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/M})$$

- **Villamos és mágneses körök analógiája**

A villamos körökben ellenállások (rezisztenciák) vannak. $R = \rho \cdot \frac{l}{A} = \frac{l}{\sigma \cdot A}$. Az ilyen körökben a Kirchhoff-törvények érvényesek, azaz hurokban $\sum u = 0$, csomópontban $\sum i = 0$.

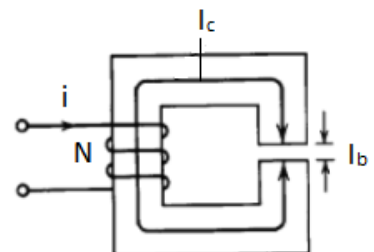
A mágneses körökben a mágneses ellenállások (reluktanciák) felelnek meg ezeknek. $R = \frac{l}{\mu \cdot A}$. Mágneses körökben a csomópontokban $\sum \Phi = 0$, hurokban a mágneses feszültségek összege adja a körbezárt gerjesztést: $\sum u = i$.

- **Reluktancia és permeancia**

A reluktancia mágneses ellenállást jelent. $R_m = \frac{l}{\mu \cdot A}$. A permeancia a mágneses vezetőképesség, jele Λ . $R_m = \frac{1}{\Lambda}$. A reluktancia a villamos körökből ismert rezisztenciának, a permeancia a konduktanciának felel meg

- **Mágneses kör légréssel**

A szórást el szokás hanyagolni. A légréss úgy tekinthető, mintha egy a vasmag reluktanciájánál jóval nagyobb reluktancia lenne



sorosan kapcsolva a vasmag reluktanciájával. A mágneses erővonalak kihajlását is el szokás hanyagolni.

$$\Phi = \frac{N \cdot i}{R_v + R_{l\acute{e}gr\acute{e}s}}$$

- Az induktivitás számítása

Az induktivitás számításakor a tekercset ideális áramköri elemmel reprezentáljuk (ezt induktitásnak nevezzük). $L = \frac{N \cdot \Phi}{i} = \frac{N \cdot \mu \cdot H \cdot A}{H \cdot l / N} = \frac{N^2}{R_m} = N^2 \cdot \Lambda$.

3. Állandó mágneses anyagok és körök

Az állandó mágnesek alkalmazásának fő területe a villamos gépek (nagy fordulatszámú motorok, kis fordulatszámú generátorok). Ezekben főként ferromágneses anyagokat használnak.

- Állandó mágneses anyagok – történet, fő jellemzők

Az első állandó mágneses anyagokat kb. 3500 éve fedezték fel (magnetit: Fe_3O_4). Állandó mágneses anyagok: nagy széntartalmú acélok, wolfram-, króm- és kobalttartalmú acélok (koercitív erő: 20 kA/m), a kemény és törékeny AlNiCo ötvözetek (alumínium, nikkel, kobalt, vas), bárium- és stroncium-ferritek (150-250 kA/m koercitív erő).

A samárium-kobalt állandó mágnesek koercitív ereje 750 kA/m körüli, termikus stabilitásuk is jóval nagyobb a többinél, ám ebből következően drágábbak is.

A B-H (H a vízszintes, B a függőleges tengelyen) karakterisztikák az állandó mágneses anyagok esetén jellegzetesek. Az AlNiCo és ferrit ötvözetek B-H görbéi egy bizonyos térerősség értékig nagyon nagy (közel végtelen) meredekségűek, majd a görbék közel konstansok (2. síknegyed).

- Ritkaföldfém állandó mágnesek karakterisztikái

A ritkaföldfém állandó mágnesek B-H görbéi lineárisak. Nagy remanens indukció és koercitív erő jellemzi őket.

- **Lemágnesezési jelleggörbe**

A lemágnesezési görbék ritkaföldfém állandó mágnesek esetén a ferrit ötvözetek B-H görbéihez hasonlóak (kezdeti szakaszon közel végtelen meredekség, majd közel konstans a görbe).

- **Remanens indukció, külső és belső koercitív erő**

A mágneses tulajdonságok vizsgálata során fontos jellemzők a remanens (maradó) indukció, illetve a koercitív erő. A remanens indukció az anyag felmágnesezése során a gerjesztés megszüntetése után az anyagban maradó indukció. B_r -rel szokás jelölni. A koercitív erő egy

mágneses térerősségi érték, amelyre ahhoz van szükség, hogy a felmágnesezett anyag elveszítse mágnesezettségét. Jele: H_c .

- **Energiaszorzat**

Az energiaszorzat egy mérőszám, amellyel az állandó mágneseket jellemezni szoktuk. A tárolható energia nagyságát mutatja meg, illetve azt, hogy mennyi energia áll rendelkezésre a légrésben. A térerősség és az indukció szorzata (maximális energiaszorzat: a maximális értékek szorzata).

- **Munkaegyenese**

A feszültségek és áramok összetartozó értékeit határozzák meg.

- **A mágnesezettség állandósága illetve változása**

A korrózió rontja a mágnesezettséget, hiszen az anyagot roncsolja. A lemágneseződés részleges veszteséget okoz az anyag mágnesezettségében. A mágneses viszkozitás (belső súrlódás) következményeképpen is csökken a mágnesezettség.

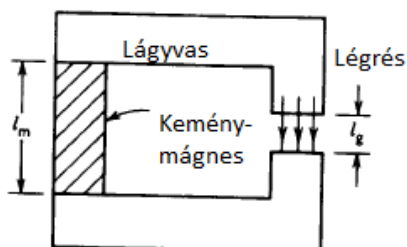
- **Állandó mágnesek felmágnesezése**

Az állandó mágnesek felmágnesezése nagy gerjesztéssel történik, ennek következtében a remanens (az anyagban maradó) indukció értéke nagy. A mágneses tér ellentétes irányítása következtében a munkapont a BH-görbén a 2. síknegyedben található. Jellemző az ún. reverzibilis hiszterézishurok (minor hurok) keletkezése.

Reverzibilis permeabilitás: Változó áramú gerjesztésnél a mágneses indukció és a mágneses térerősség hányadosának határértéke egyenáramú mágnesezés jelenlétében.

$$\mu_{r,rev} = \lim_{H \rightarrow 0} \frac{B}{H}$$

4. Állandó mágneset tartalmazó mágneses kör közelítő méretezése



A szórást és a mágneses fluxus kihajlását elhanyagoljuk. Az állandó mágneset a munkapontig felmágnesezzük, majd a lágyvas betétet eltávolítjuk. Feltételezhető, hogy a lágyvas felmágnesezéséhez nem szükséges gerjesztés.

A szükséges mágneses mennyiség (térfogat) minimuma az energiaszorzat maximuma.

Épületinformatika

1. Érintésvédelmi rendszerek

Lsd. érintésvédelmi mérések.

2. Az épületek biztonságos energiaellátását veszélyeztető hatások. Feszültségváltozás, –letörés és –kimaradás, túlfeszültség

Az energiaellátás célja folyamatos és megbízható villamosenergia-ellátás biztosítása kritikus üzemviteli körülmények között is. Az ellátás színvonala a folyamatosságtól és az energia minőségétől függ. A fogyasztók megbízható, minőségi energiaszolgáltatást várnak el. A villamos gépeknek egyszerűen üzembe helyezhetőnek, megbízhatónak, karbantartás nélkülinek kell lenniük. A feszültség névleges értéke U_N . A feszültségemelkedés és -csökkenés 10% lehet.

A feszültségletörés a feszültség effektív értékének rövid idejű csökkenése. Előre nem látható, véletlenszerű hibák okozzák. Értéke a névleges feszültség 10-90%-a. Ideje 10 ms és 1 perc közti.

A feszültségkimaradás lehet rövid idejű (< 1 perc), illetve tartós (> 1 perc). Ekkor az effektív érték kisebb a névleges feszültség 10%-ánál.

A túlfeszültség lehet kapcsolási vagy légköri túlfeszültség. A légkörben kialakuló töltésfelhők létrehozhatnak olyan kisüléseket, melyek a villamosenergia-hálózatba behatolva túlfeszültséget okozhatnak. Légköri túlfeszültség például a villám.

3. Az épület fogyasztóinak osztályozási elvei. Szünetmentes energiaellátás.

Egy épületen belül a fogyasztókat három csoportba sorolhatjuk: szünetmentes, szükségellátást igénylő, illetve normál üzemi ellátású. A szünetmentes fogyasztóknál a kiesési idő gyakorlatilag zérus. Ilyenek a központi számítógépek, biztonsági és tűzjelző hálózatok, telefonok, faxok, illetve adatátviteli hálózatok elemei.

A szükségellátást igénylő fogyasztók 1 percnél tovább nem maradhatnak feszültség nélkül. Ilyenek a hűtőgépek, klímák, kazánvezérlő automatikák, biztonsági világító berendezések. A normál üzemi fogyasztók kimaradási idejét az áramszolgáltató belső szabályzata határozza meg. Ide soroljuk az irodai világítást, a dugaszolóaljzatokat.

A szünetmentes energiaellátás eszközei: statikus átkapcsolók, szünetmentes tápegységek: statikus és dinamikus UPS. Az UPS feladata a hosszabb-rövidebb idejű kimaradások áthidalása, a hálózati hibák kiszűrése, a zavarok csökkentése, a frekvenciaingadozás megszüntetése, és stabil, zavarmentes kimeneti feszültség biztosítása a fogyasztóknak.

4. A mesterséges villamos rendszerek egymásra hatásának csatolási módjai

A mesterséges villamos rendszerek csatolása lehet konduktív, kapacitív vagy induktív.