

**ZÁRÓVIZSGA KÉRDÉSEK a
„VÁLOGATOTT FEJEZETEK AZ ELEKTROTECHNIKÁBAN” CÍMŰ MSc
TÁRGYBÓL**

Fontos megjegyzés: a felkészüléshez ajánljuk a www.get.bme.hu hálózati címen található és a „Válogatott Fejezetek az Elektrotechnikában” c. tárgyhoz írott anyagot.

A vizsga során a 33 kérdésből 1 kérdést kap mindenki. A kérdést írásban kell kidolgozni, a szóbeli során a kérdést az írott anyag alapján tárgyalják

Példák az Elektrotechnika Frontvonalából

1. Szupravezetés

- a.) Mit tud az I típusú szupravezető anyag szupravezetési állapotában a villamos ellenállásáról és az anyag belsejében kialakítható mágneses térről? Mi az ideális diamágneses állapot?
- b.) Melyik három fizikai mennyiség határolja be a szupravezetési tartományt és milyen nagyságrendben mozognak ezek a mennyiségek I típusú szupravezető anyag esetében?
- c.) II. típusú szupravezető anyag esetén a mágneses indukció (B) és a hőmérséklet (T) síkon magyarázza az anyag mágneses tulajdonságát.
- d.) Mekkora közelítőleg a szupravezetési hőmérséklet tartomány alacsony és magas hőmérsékletű szupravezetők esetében?
- e.) Sorolja fel a szupravezetés néhány alkalmazását.

Analógiák

2. Két fő analógia rendszer

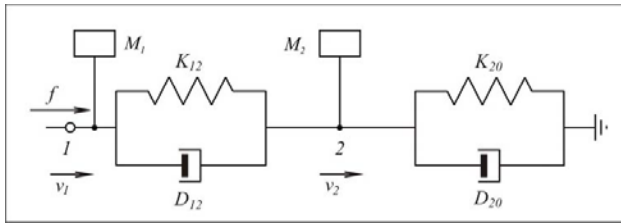
Ismertesse

- a.) a feszültség-erő, vagy más megnevezésekkel az induktivitás-tömeg, ill. hurok analógia rendszert!
- b.) az áram-erő, vagy más-más megnevezésekkel a kapacitás-tömeg, ill. csomóponti analógia rendszert!

3. Példa

Adott az ábrán látható mechanikai rezgőkör:

- a.) Rajzolja fel és indokolja az analóg villamos rezgőkört csomóponti analógia rendszerben.
- b.) Írja fel az erőegyensúlyt kifejező egyenletet az 1 és a 2 csomópontokra, továbbá a villamos csomóponti egyenletet az 1 és a 2 csomópontokra.
- c.) Foglalja táblázatba az analóg változókat jelölésükkel, megnevezésükkel, mértékegységükkel.



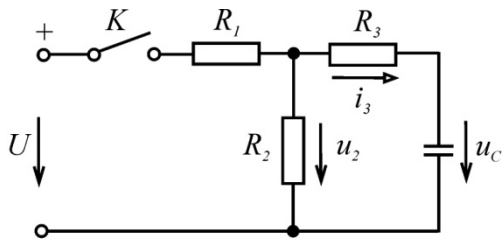
4. Jegyzetben található példa

- Rajzolja fel az autó tömeg-rugó-csillapító elemekből álló – jegyzetben is szereplő modelljét az összes mennyiség beírásával.
- Rajzolja fel az analóg villamos áramkört csomóponti analóg rendszerben az összes mennyiség beírásával.
- Írja fel a csomópontokra az erőegyensúlyt kifejező egyenleteket, illetve a villamos csomóponti egyenleteket.
- Foglalja táblázatba az analóg változókat jelölésükkel, megnevezésükkel, mértékegységükkel.

Dinamikus Folyamatok Lineáris Rendszerekben

5. Egyenergia-tárolós áramkör.

- Ismertesse, hogy az egyetlen induktivitást vagy kapacitást, valamint ellenállásokat tartalmazó áramkörben a „rövid módszer”-rel miként lehet a dinamikus folyamatokat meghatározni, ha az áramkört tápláló egyenfeszültség, vagy egyenáram, vagy egy ellenállás ugrásszerűen változik.
- Miként kell eljárni a dinamikus folyamatok meghatározásánál, ha a tápenergia forrás és az induktivitás vagy kapacitás között ellenállás hálózat van?



6. Példa

Az ábrán látható áramkörre a K kapcsoló bekapcsolásával a $t=0$ időpontban U egyenfeszültséget kapcsolunk. Alkalmazza a rövid módszert.

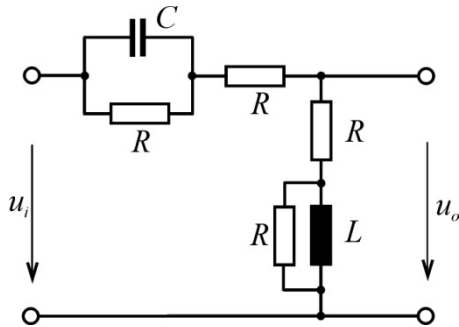
- Határozza meg az áramkör T időállandóját.
- Rajzolja fel az u_c és u_2 feszültség és az i_3 áram időbeli változását megadva a $t=0$. és $t=0_+$ időköz tatózó értékeket.
- Írja fel a fenti három mennyiség időfüggvényét.

7. Szinuszos gerjesztés

- Ismertesse az egyenergia-tárolós áramkör esetén lejátszódó dinamikus folyamatokat ha az áramkörre időben szinuszosan váltakozó mennyiséget kapcsolunk.
- Milyen feltétel esetén nem lép fel R - L körben egyenáramú tag?

8. Kétenenergia-tárolós áramkör

- Határozza meg az ábrán látható kapcsolás $u_o/u_i = W(p)$ operátoros átviteli függvényét.
- $u_i = 1/p$ egységugrás alakú bemenő jel esetén határozza meg az u_o kimenő feszültség értékét $t = 0_-$; $t = 0_+$.
- Rajzolja fel minőségileg helyesen az $u_o(t)$ időfüggvényt feltételezve, hogy $u_o(t)$ lengő jellegű.



9. Több energiatárolós rendszer.

- Két vagy több energiatárolót tartalmazó $R-L-C$ áramkörben a dinamikus folyamatokat leíró átviteli függvény nevezőjének (vagy a differenciál – egyenlet karakterisztikus egyenletének) egyszeres gyökei esetén a komplex síkra jelölje be a jellegzetes gyököket és rajzolja be a hozzájuk tartozó időfüggvényeket.
- Soros $R-L-C$ áramkörre kapcsolt egyenfeszültség esetére részletezze a C sarkain fellépő u_c feszültség időfüggvényének alakulását.

Nemlineáris Rendszerek

10. Ekvilibrium pont

- Ismertesse az állapotér módszerét.
- Miként lehet meghatározni az ekvilibrium pontokat?
- Ismertesse rajzban, szövegben az ekvilibrium pontok osztályozását három állapotváltozó esetére ($N=3$)
- Mi az ekvilibrium pont stabilitásának feltétele?

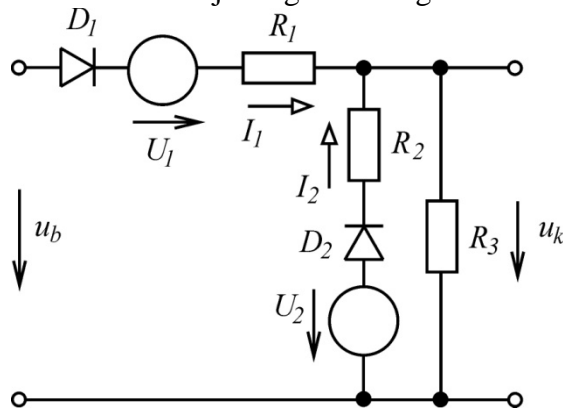
11. Határciklus

- Mi a határciklus?
- Mi a Poincaré sík, fix pont és Poincaré térkép függvény.
- Mi a fix pont stabilitásának a feltétele?
- Ismertesse a fix pont osztályozását.

12. Diódás áramkörök

- Ismertesse az $I-U$ síkon a munkapont meghatározását grafikus és számítási módszerrel:
 - soros átvezető irányban igénybe vett dióda – ellenállás esetén iterációval a dióda exponenciális jelleggörbéjének felhasználásával.
 - soros Zéner dióda – ellenállás esetén. A Zéner dióda jelleggörbéjét két egyenessel közelítse.

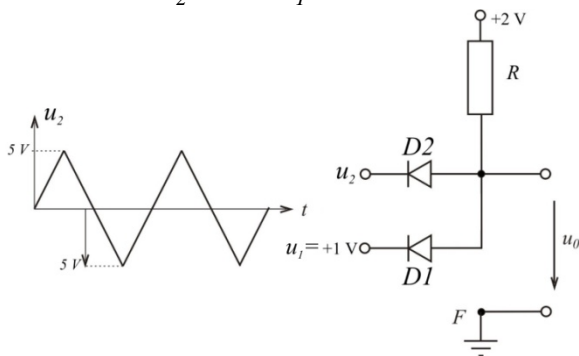
- b.) Rajzolja fel az ábrán látható áramkör u_k (u_b) jelleggörbáját ideális diódákat feltételezve. Adja meg a szükséges indoklást.



13. Példa

Az ábrán látható 2 ideális diódából és R ellenállásból álló áramkörre három feszültséget kapcsolunk: Ezek egyike az R ellenállás egyik kivezetéséhez kapcsolt $+2V$ (ld. ábrát). A $D1$ dióda bemenetére $+1V$, sima egyenfeszültséget kapcsolunk, míg a $D2$ dióda bemenetre u_2 -vel jelölt $5V$ csúcsértékű periodikus, az idő tengelyre szimmetrikus háromszög feszültséget kapcsolunk. Valamennyi feszültség az F földponthoz képest értendő.

- a.) Rajzolja fel az u_o kimenő feszültség időfüggvényét és indokolja azt.
 b.) Mi lesz az u_o feszültség, ha a bemenő feszültségek közül
 b.1.) $u_1 = 0$ és u_2 változatlan, vagy
 b.2.) $u_2 = 0$ és u_1 változatlan



Szabályozott Villamos Hajtások Alapjai

14. Üzemállapot, redukálás

- a.) Rajzolja be a szögsebesség-nyomaték sík mind a négy ténnyedébe a forgórész forgásirányát és a rá ható villamos nyomatékot megnevezve a motor üzemállapotát.
 b.) Ismertesse, hogy miként kell a motor tengelyére átszámítani (redukálni) a terhelő nyomatékot és tehetetlenségi nyomatékot terhelés oldali forgó mozgás és lineáris mozgás esetén.

15. Dinamikus folyamat

Ismertesse a θ tehetetlenségi nyomatékú villamos hajtás átmeneti folyamatát a következő három esetben:

- Az M_d dinamikus nyomaték állandó.
- Az m_d dinamikus nyomaték a szögsebesség függvényében lineárisan változik.
- Az m_d dinamikus nyomaték tetszőlegesen változik az Ω függvényében. Adja meg a T_{in} névleges indítási idő és a T mechanikai időállandó definícióját és fizikai tartalmát.

16. Veszteség tranziens állapotban

Tárgyalja a külső gerjesztésű egyenáramú motor és az aszinkron motor esetében az átmeneti folyamatok során fellépő tekercs veszteséget tiszta tehetetlenségi nyomaték terhelés és járulékos terhelő nyomaték terhelés esetekre:

- indításkor
- fékezési módok során
- reverzáláskor
- Mi a stabilitás feltétele a statikus jelleggörbék alapján?

17. Veszteség tranziens állapotban időfüggvény alapján

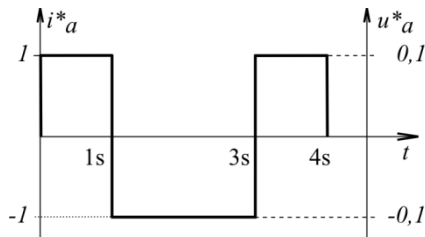
- Ismertesse az állandó kapocsfeszültség és az állandó armatúra áram mellett fellépő indítási veszteséget permanens mágneses egyenáramú motor esetén.
- Adja meg az elektromechanikai időállandó definícióját, kifejezését és fizikai tartalmát.
- Mi az ideális kapcsolási szám kalickás aszinkron motor esetén.

Mozgás Egyenáramú Motorral (E.M.-val)

18. Permanens mágneses gerjesztésű egyenáramú motor

Relatív egységekben számoljunk. Névleges adatok: armatúra feszültség $U_n^* = 1$, armatúra áram $I_n^* = 1$, pólus fluxus $\Phi_g^* = 1$. Az armatúra kör inductivitása $L = 0$ és ellenállása $R^* = RI_n/U_n = 0.1$. A névleges indítási idő $T_{in} = 1s$. A motor Ω^* szögsebessége a $t=0$ időpontban mindig zérus. Az időfüggvényt szabadkézzel, léptékhelyesen rajzolja fel a $0s \leq t \leq 4s$ időtartományban.

- Változzon az i_a^* armatúra áram az ábrán látható időfüggvény szerint. Rajzolja fel $\Omega^*(t)$ -t, ha a terhelő nyomaték
 - $m_t^* = 0$.
 - $m_t^* = 0,5$ és a villamos nyomatékkal mindig m_t^* -gal ellentétes értelmű.
- $T_{in} = 1s$ ismeretében határozza meg a T_m elektromechanikai időállandót.
- Változzon az u_a^* armatúra feszültség az ábra szerint. Rajzolja fel az $\Omega^*(t)$ -t, ha a terhelő nyomaték $m_t^* = 0$. Jelölje be a T_m értékét mind a négy ugrásszerű változás helyén.



19. E. M. átviteli függvények

- Vezesse le a külső gerjesztésű egyenáramú motor dinamikus viselkedését leíró, a gerjesztő feszültség változását is figyelembe vevő egyenleteket és blokk vázlatot.
- Írja fel operátoros átviteli függvényekkel, hogy a szögsebesség, ill. az armatúra áram miként függ az armatúra feszültségtől és a terhelő nyomatéktól.

20. Szabályozás

Külső gerjesztésű egyenáram motor esetén ismertesse:

- Az armatúra feszültség majd a gerjesztő feszültség hatását a motor szögsebesség nyomaték jelleggörbéjére.
- A szabályozás általános blokk vázlatát konverter blokkokkal.
- Az alárendelt kaszkád hurkókból álló szabályozás blokkvázlatát.

21. Egyfázisú konverter táplálás

Rajzolja fel és magyarázza

- az egyfázisú középmegecsapolású transzformátorról és AC-DC konverterről táplált külső gerjesztésű egyenáramú motor kapcsolási vázlatát.
- a fogyasztói és termelői üzemiállapotokhoz tartozó időfüggvényeket.

22. Háromfázisú konverter táplálás

- Rajzolja fel a háromfázisú AC-DC konverterről táplált, külső gerjesztésű egyenáramú motor kapcsolási vázlatát és a táptranzformátor szórási induktivitását is figyelembevevő időfüggvényeket feltéve, hogy az armatúra áram sima és állandó.
- Magyarázza meg, hogy mi a fedési szög és ez miként befolyásolja a kimenő feszültség középértékét.

23. Szaggatott áramvezetés

- Rajzolja fel a háromfázisú AC-DC konverterről táplált, külső gerjesztésű egyenáramú motor kapcsolási vázlatát és a szaggatott áramvezetés esetére az időfüggvényeket.
- Mutassa be miként változik a konverter kimenő feszültségének a középértéke az egyenáram függvényében a szaggatott áramvezetés tartományában.

Mozgás Változóáramú Motorral

24. Térvektor

- Adja meg a háromfázisú térvektor és a zérus sorrendű összetevő definícióját.
- Mutassa be miként lehet visszakapni a fázismennyiségeket a térvektorból és a zérus sorrendű összetevőből.
- Mutassa meg miként lehet a térvektort álló koordináta rendszerből forgó koordináta rendszerbe transzformálni.

25. *Indukciós gép helyettesítő kapcsolási vázlata (h.k.v.)*

- a.) Ismertesse a forgórész fázis tekercs ω_2 és ω_1 frekvenciás modelljét és a teljesítmény összefüggéseket.
- b.) Ismertesse a motor egy fázisának h.k.v- át.
- c.) Miként lehet a forgórész induktivitását kiküszöbölni a h.k.v-ban?

26. *Térvektoros egyenletek*

- a.) Írja fel térvektoros alakban az álló és a forgórész tekercselésre a feszültség egyenleteket.
- b.) Mutassa meg miként lehet ezeket ω_k szögsebességgel forgó koordináta rendszerbe transzformálni.
- c.) Rajzolja fel térvektorokkal a gép helyettesítő kapcsolási vázlatát.

27. *Mezőorientált szabályozás*

Indukciós gép mezőorientált szabályozása esetén a forgórész tekercselés Ψ_2 tekercsfluxusához rögzített koordináta rendszerben rajzolja fel az i_1 állórész és az i_2 forgórész áram vektorokat

- a.) motoros üzemben
- b.) generátoros üzemben.

Mindegyik esetben jelölje be az i_1 áram fluxusképző és nyomaték képző komponensét.

- c.) Adja meg azt a két változtatást, amellyel a villamos nyomaték jó közelítéssel ugrásszerűen módosul.
- d.) Milyen egyszerűsítő feltételezések mellett helytálló az állítás miszerint a nyomatékot ugrásszerűen lehet megváltoztatni.

28. *Egyszerű fordulatszám szabályozás*

- a.) Ismertesse az állandó feszültség per frekvencia arány révén megvalósítható fordulatszám változtatást.
- b.) Rajzolja fel az a) esetre vonatkozó $n(M)$ jelleggörbéket mind a négy térdre.
- c.) Rajzolja fel és ismertesse az a.) esetre vonatkozó fordulatszám szabályozás blokkvázlatát.

Villamos motorok kiválasztása

29. *Szemponatok a motor kiválasztásban*

- a.) Mit kell tudni a villamos motorok védettségéről, hűtéséről, szigeteléséről, építési alakjairól?
- b.) Rajzolja fel a villamos motor termikus modelljét és adja meg a mértékadó veszteség definícióját.
- c.) Miként lehet ez utóbbit a motor kiválasztásra használni?

Teljesítményelektronika

30. AC-DC és AC-AC konverzió.

- a.) Mivel magyarázható az elektronikus kapcsolók általános használata
- b.) Bizonyítsa be, hogy állandósult állapotban az induktivitás feszültségének egy periódusra vett átlagértéke zérus, vagyis a területszabályt a b.2.) kérdés alapján!
 - b.1.) Rajzolja fel az egyfázisú, közép megcsapolású transzformátorról táplált, vezérelhető egyenirányító kapcsolást R - L -terhelés esetén a pozitív irányok bejelölésével!
 - b.2.) Rajzolja fel ugyanabba a koordináta-rendszerbe a tápláló váltakozó feszültség és a terhelésre jutó feszültség, továbbá az u_R és u_L feszültségek időfüggvényét $\alpha = 45^\circ$ -os vezérlési szög estére. Tételezze fel, hogy a terhelés árama sima egyenáram (L/R nagy) és hogy állandósult állapot van.
- c.1.) Rajzolja fel az R - L terhelésre dolgozó váltakozó áramú szaggató kapcsolását a pozitív irányok bejelölésével.
- c.2.) Rajzolja fel a tápláló váltakozó feszültséget és ugyanebbe a koordináta-rendszerbe az u_R és u_L feszültség időfüggvényét $\alpha = 150^\circ$ -os vezérlési szög estére!

31. DC-DC és DC-AC konverzió.

- a.) Rajzolja fel a DC-DC konverter elvét bemutató, egyetlen vezérelt kapcsolóból és ellenállásból álló áramkört a pozitív irányokkal, továbbá az ellenállásra jutó u_k feszültség időfüggvényét arra az esetre, amikor u_k átlagértéke $U_k = 0,5U$, ahol U a bemenő egyenfeszültség!
- b.) Rajzolja fel a buck (feszültség csökkentő) DC-DC konverter kapcsolását, időfüggvényeit és ismertesse a működését!
- c.1.) Rajzolja fel a két vezérelt kapcsolóból álló egyfázisú DC-AC konverter (más néven inverter) kapcsolását a pozitív irányok bejelölésével ellenállás-terhelés estére! Mivel kell kiegészíteni a kapcsolást R - L terhelés esetén?
- c.2.) Rajzolja fel az u_k váltakozó feszültség időfüggvényét adott f frekvencia esetére. Az u_k időfüggvény ábrájába jelölje be a kapcsolók állapotát!
- c.3.) R - L terhelés esetén rajzolja fel az u_k váltakozó feszültség, az R -re és az L -re eső u_R és u_L feszültség időfüggvényeket.

Elosztott paraméterű rendszer.

32. Alapok

- a.) A papír síkjára merőleges hosszú egyenes vezetőben időben szinuszosan váltakozó áram folyik. Az r távolságban található P pontban szeretnénk a H mágneses térerősség értéket meghatározni. A frekvencia növelésével eljutunk abba a frekvencia tartományba, amelyben már elosztott paraméterű modellt kell alkalmazni. A fenti példán minőségi leírást adjon miként jutunk arra a határra, amelytől már elosztott paraméterű modellt kell alkalmazni.
- b.) Hosszú, egyenes vezetőképpárt elosztott paraméterűnek tekintve írja fel elemi hosszra a hurok és a csomóponti törvényeket és ezek alapján a telegráf és

veszteségmentes esetre a hullám egyenleteket és a terjedési sebesség kifejezését.

- c.) Szinuszos gerjesztés és állandósult állapot esetre adja meg a hullámegyenlet megoldását, a hullám impedancia és a reflexió tényező kifejezéseket.

33. *Távvezeték üzemmódok*

- a.) Veszteségmentes vezetékpár elejére szinuszos feszültséget kapcsolunk. A végén terheletlen, üresjárási állapot van. A vezeték méret és a tápfrekvencia miatt állandósult állapotban u és i állóhullám alakul ki a vezeték mentén.
- b.) A vezeték végétől számítva (ahol $x = 0$) $\lambda / 2$ félhullámhossz mentén rajzolja fel az $u(x)$ és az $i(x)$ függvényt három időpontban: b1., $u(0) = \max.$; b2., $u(0) = \max.$ érték fele; b3., $u(0) = 0$.
- c.) Az $|x| = \lambda / 8$ helyre vonatkozólag rajzolja fel az u és i komplex vektorokat a fenti három időpontban.
- d.) Válaszoljon: a vezeték tiszta induktív vagy tiszta kapacitív a következő két tartományban:
c1., $0 < |x| < \lambda / 4$ tartományban; c2., $\lambda / 4 < |x| < \lambda / 2$ tartományban?
Indokolja válaszait!
- e.) Rövid zárási állapotra is adja meg a b., c., és d., kérdésekre a válaszát.
A b. pont a következőképpen módosul: b1., $i(0) = \max.$; b2., $i(0) = \max.$ érték fele; b3., $i(0) = 0$.

Nagy István