

# INDUZITUKO TENTSIOA

Makina bat biraka ari denean, bertan tentsio bat induzitzen da, E indar elektroeragilea hain zuzen:

Tentsio honen formulazio matematikoa ondoko hau dugu:

$$E = C_2 n_{\text{abs}} \Phi$$

non  $C_2$  konstante bat bait da,  $\Phi$  fluxua eta  $n_{\text{abs}}$  makinaren abiadura  $S^{-1}$  tan.

Formula honetan  $n_{\text{abs}}$  idatzi dugu, ondoren  $n$  letra abiadura erlatiboa adierazteko erabiliko bait dugu.

E indar elektroeragilea.

$$E/U_{AN} = e \quad \Phi/\Phi_N = \varphi \quad n_{\text{abs}}/n_o = n$$

Zatidura hauek ordezkatzuz, ondorengo berdintza hau lortuko dugu:

$$e = n \varphi$$

$\varphi = 1$  eta  $e = 1$  ( $E = U_{AN}$ ) egiten badugu, orduan  $n = 1$  izango da.

Egoera hau tentsio izendatua, exzitazio izendatua eta makinak momentu erresistentetik gabe funtzionatzen duenean gertatzen da. Kasu honetan induzituaren korronteko zirkuituan ez da korronterik pasatzen, honela  $E = U_{AN}$  izanik.

Makinak daraman plakan beti agertzen da makinaren  $n_n$  abiadura izendatua.

Abiadura hau dugu bai tentsioa, bai exzitazioa eta baita korronea ere izendatuak direnean lortzen dena.

$n_n$  eta  $n_o$  ren artean erlazio simple bat dago. Makinak egoera izendatua lan egiten duenean:

$$\begin{aligned} i_A &= I \\ \omega &= \omega \\ e_o &= n_o + i_A/v_i = n + 1/v_i \end{aligned}$$

Hemendik segidan aska dezakegu bila gabiltzan aldagaia,  $n$  hain zuzen.

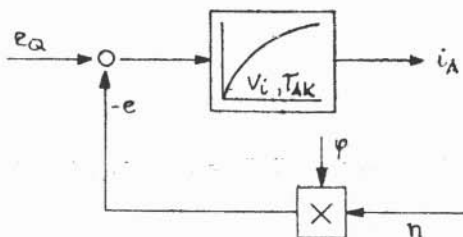
$$n = 1 - 1/v_i$$

Gogora dezagun, lehen zein erlaziori deitu diogun  $n$ .

$$n = \frac{n_n}{n_o} \text{ beraz, goiko ekuazioan ordezkatzuz,}$$

$$n_o = \frac{n_N}{\Lambda - 1/v_i}$$

Lehen lortu dugun ekuazioak gure bloke-diagrama handitzea posibilitatzen digu. Honela,  $e = n \varphi$  ekuazioa era honetan agertuko da. (ikus 5. irudia).



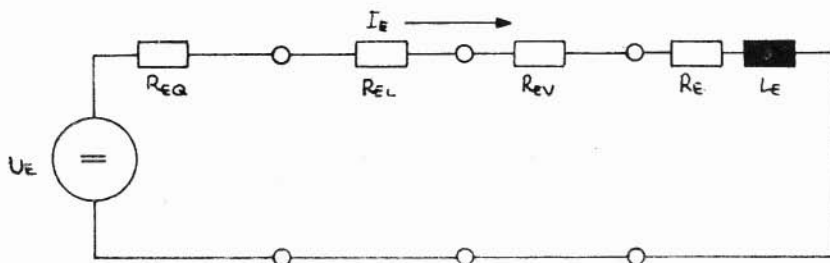
5. Irudia

Diagrama honetan puntu berri bat sarrarazten dugu, eta puntu honi anplifikatze-puntua esaten zaio.

Indar elektroeragilea sortzeko aipatutako makinaren hiru zirkuituak hartzen dute parte. Ez dago esan beharrik ere,  $e$ ,  $\varphi$  eta  $n$  magnitudeak elkarri lotuta daudela.

## INDUKTORE KORRONTE ZIRKUITUA

6.irudian agertzen da inductore korrante zirkuituari dagokion diagrama. Hemen, lehen indutitu korrante zirkuituan bezala, elikadura-iturria, linea eta makinaren inductorea agertzen dira.



6. Irudia

Makina honetan agertzen diren inductantziak aztertzen baditugu, kon-tutan hartzeko bakarria makinaren exzitazio harilkatuari dagokiona dela ohar-tuko gara. Bera beste guztiak baina ondotoxoz handiagoa da, eta, hau dela eta, ez ditugu beste hauek diagraman azaldu.

Indutitu-korranteko zirkuituan egin genuen bezala, hemen ere erresis-tentzia guztiak erresistentzia total batetan bilduko ditugu; honi exzitazio-zir-kuituaren erresistentzia deituko diogu, hain zuzen.

$$R_{eK} = R_{eQ} + R_{eL} + R_{eV} + R_e$$

Hemen agertzen den gai bakoitzak zera adierazten du.

$R_{eQ}$  : elikadura-iturriaren erresistentzia.

$R_{eL}$  : erresistentzia (joan eta etorri).

$R_{eV}$  : fluxua aldatzean exzitazioa azkar alda daitekeenez gero, honen aurka agian lehenago jar daitekeen erresistentzia bat.

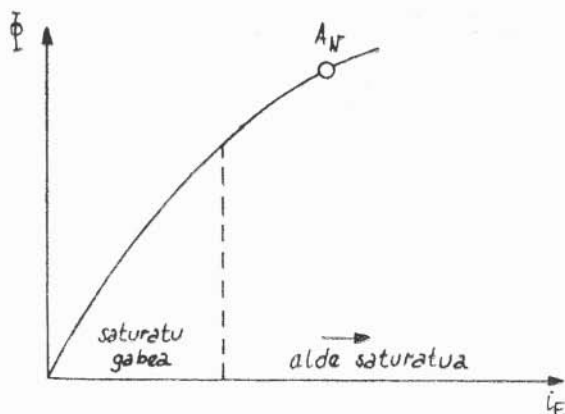
$R_e$  : exzitazio harilkatuaren erresistentzia.

Exzitazio-zirkuituaren inductantzian parte hartzen duen bakarria exzitazio harilkatuaren inductantzia dugu.

$$L_{EK} = L_E$$

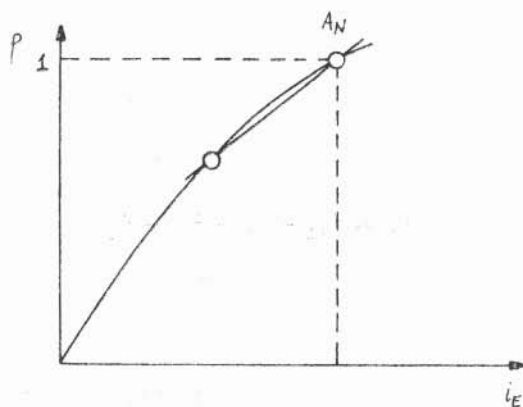
## FLUXU-SORTZEA

Exzitazio-korranteak makinan  $\Phi$  fluxu magnetiko bat sortarazten du. Bien arteko erlazioa magnetizazio-kurbak eskaintzen digu. Kurba hau 7.irudian ager-tzen da.



7. Irudia

Halaz ere, ez da kurba hau erabiltzen, ondokoa baizik. Kurba berri honen ardatzetan magnitude erlatiboak jartzen dira, 8.irudian ikus daitekeenez.



8. Irudia

Kurba honetan berehalaxe ikusten da ez dela zuzen bat, makur bat baizik. Halaz ere, erregulazio-teknikan maiz bi punturen arteko zuzenkia erabiltzen da behar diren kalkuluak egiteko, eta ez benetan erabili beharko litza-tekeen kurba. Noski, hau ezin daiteke edozein bi punturen artean egin. Lan-puntutik hurbil dauden puntuen artean egin daiteke bakarrik.

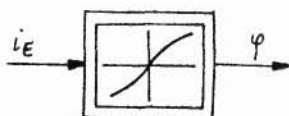
Magnetizazio-kurba bi zatitan banatzen da:

- malda bizikoa eta ia zuzena den zatia, saturatu gabeko zatia hain zuzen.

— makurtutako zatia, edo saturazio-zatia.

Lan-puntu izendatua, normalki zati saturatua aurkituko dugu.

Magnetizazio-kurba, erregulazio-teknikan adierazi nahi dugunean, funtzio-kurba estatiko gisa agertzen da. (ikus 9.irudia).



9. Irudia

## EXZITAZIO-KORRONTEKO ZIRKUITUAREN PORTAERA

Lehen induzitu-korronteko zirkuituan ikusi ahal izan dugun bezala, exzitazio-korronteko zirkuitua ere erresistentzia batek eta induktantzia batek osatzen dute. Era berean, hemen ere lehen graduko erantzun bat izango dugu.

Tentsioen berdintza, aldizkako korrontearen efektuak kontutan hartuta egin da:

$$U_E = I_E R_{EK} + pL_{EK} I_E$$

hemendik  $I_E$  askatzen badugu:

$$I_E = \frac{U_E}{R_{EK} + pL_{EK}} = \frac{U_E}{R_{EK}} \cdot \frac{1}{1 + pL_{EK}/R_{EK}}$$

Hemen ere denbora-dimentsioa duen konstante bat agertzen zaigu,  $L_{EK}/R_{EK}$  noski, eta exzitazio-zirkuituaren denbora-konstante deituko dugu.

$$T_{EK} = \frac{L_{EK}}{R_{EK}}$$

Makina konpentsatu batetan induktoreko zirkuitua eta induzituko zirkuitu independenteak izan ondoren,  $U_E$  exzitazio-tentsioa bere  $U_{EN}$  balio izendatua pasa dezakegu. Azkenik, hau jarriko dugu:

$$\frac{U_E}{U_{EN}} = U_e$$

Era berean, lehen fluxuan bezala, hemen ere  $I_E$  exzitazio-korrontea bere balio izendatuarekiko jarriko dugu.

Honela, magnitude erlatiboz osatutako berdintza lortuko dugu:

$$\frac{U_{FN}}{I_{EN} R_{EK}} i_e = u_e \frac{1}{1 + pT_{eK}} \frac{U_{eN}}{I_{EN} R_{EK}} = u_e \frac{V_e}{1 + pT_{oK}}$$

expresioak, berriro ere, anplifikazio-faktore baten kalitateak ditu. Exzitazio-korronte izendatua ( $I_e = 1$ ) lortzeko exzitazio-tentsio izendatua ( $U_E = 1$ ) behar denez gero, anplifikazio-faktore honek 1 balio behar du. Honetan bereizten dira exzitazio-korronteko zirkuitua eta induzitu-korronteko zirkuitua.

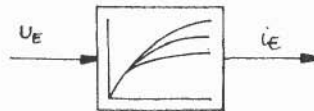
Beste diferentzia ere bada, eta hau exzitazio-zirkuituaren denbora-konstantean datza. Hau 200 ms tatik 4500 ms tara luza daiteke. Zer esanik ez, denbora-luzeena makina handienari dagokiola. Beraz, exzitazio-zirkuituaren denbora-konstantea induzitu-zirkuituaren denbora-konstantea baino ondotoxoz handiago da, eta askoz ere muga zabalagotan mugitzen da.

Baina bada oraindik ere gehiago esateko. Exzitazio-zirkuituaren denbora-konstantea ez da magnetizazio-kurbaren edozein puntutan konstantea, aldakorra baizik. Hau da, denbora-konstante hau lan-puntuaren funtzio bat dela. Fenomeno hau zerk eragiten du? Aztertzen badugu, segidan konturatuko gara L inдукtantzia fluxu-aldaketarekin proportzionala dela korrontea aldatzen denean.

Halaz ere, erlazio hau ez da konstantea.

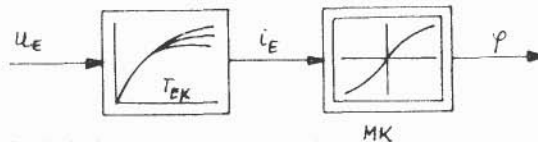
$$i_E = \frac{U_E}{1 + pT_{eK}}$$

Berdintza honekin, ondoko erregulazte-diagramara hel gaitzke



10. Irudia

Fluxu-sortzearen bloke-diagrama honi lotzen bagatzaizkio, zirkuitu induktorearen bloke-diagrama lortuko dugu (Ikus 11.irudia).



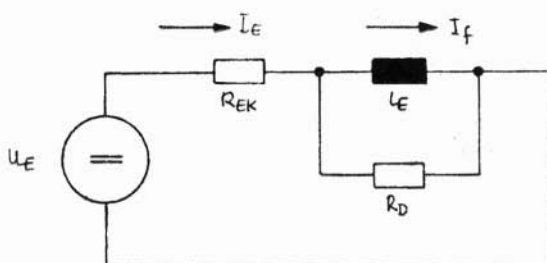
11. Irudia

Erregulazio-teknikan, normalki, batezbesteko denbora-konstante bat erabiltzen da. Erreguladorearen posizionamenduaren kasu berezietan denbora-konstantearen aldakortasunak ez du inolako inportantziarik, zeren eta norantza berdinean aldatzen bait da, honela anplifikatzearen eta denbora-konstantearen zatidura ia berdina geldituz. Anplifikatzearen aldakortasuna magnetizazio-kurbaren kurbaduraren bidez lortuko dugu.

## MAKINAREN KONPORTAMENDUA EREMU-ADAKETA AZKARRETAN

Orain arte ikusitako exzitazio-korronte eta fluxu-aldaketei buruzko guzti hau, fluxu-aldaketak poliki edo lasai egiten direnean bakarrik gertatzen da. Ereku-aldaketak biziak badira (eremu-alderantzaketa adibidez) Foucault korrontearen efektua kontutan hartu behar dugu. Honetarako, exzitazio harilkatua transformadore bat balitz bezalaxe planteatu behar da, exzitazio harilkatua transformadorearen lehen harilkatua izanik. Transformadorearen bigarren aldean exzitazio harilkatuak inguratzen duen burdinak osatzen du. Exzitazio-korronteko aldaketak oso gogorak badira, burdinean Foucault korronteak sortzen dira, hauek aurkako fluxu-aldaketa bat sortaraziz.

12. Irudian exzitazio-zirkuituaren diagrama osoa agertzen da.



12. Irudia

Irudi honetan ondo berezi behar ditugu  $i_E$  exzitazio-korronte neurgarria eta fluxua sortarazten duen  $i_f$  eremu-korronte neurtezina.

Diagrama hau ikusiz, exzitazio-zirkuituaren denbora-konstanteak ondoko balioa hartuko du.

$$T_{EK\omega} = T_{EK} + \frac{L_{EK}}{R_D}$$

Exzitazio-korronteari ondoko expresio hau dagokio

$$i_E = U_E \frac{1 + pT_d}{1 + pT_{EK\omega}}$$

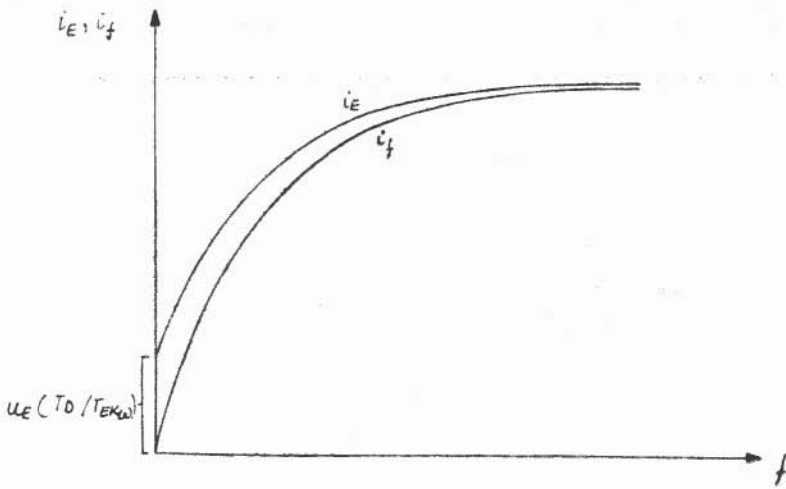
non

$$T_d = \frac{L_{EK}}{R_d}$$

Fluxua sortzen duen korrontearen expresioa, berriz, ondoko hau dugu

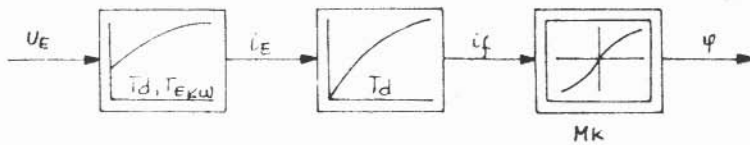
$$i_f = U_E \frac{1}{1 + pT_{EK\omega}} = \frac{i_E}{1 + pT_d}$$

13.irudiak  $i_E$  eta  $i_f$  ren aldaketa azaltzen digu,  $U_E$  exzitazio-tentsioa batbatean aldatzen bada.



13. Irudia

Honekin, ondoko bloke-diagrama lortuko dugu.



14. Irudia



Makinak eremu-aldaketa azkarrak jasan ahal izateko, ez dira bloke batez egiten, xaflatuak baizik. Xaflak ez dira, halaz ere, besterik gabe bata bestearen gainean jartzen, isolatuta baizik. Honela.

Neurri hauek Foucaulten korronteen efektuak gogor gutxitzen dituzte, eta askotan ahaztu ere egin ditzakegu.

KEPA ZALBIDE  
ANDONI SAGARNA