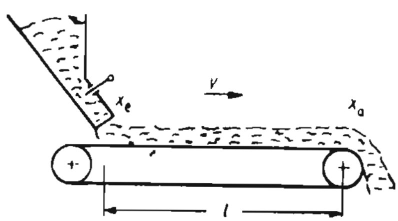
ERREGULAZIO-ZIRKUITUEN KALKULUA (III)

6.2. **Razionalak ez diren elementuekiko ekuazioak**

Transmisio-elementu razionalekin batera badira ekuazio diferentzialez deskriba ezin daitezkeen beste elementu batzuk ere. Elementu lineal bezala, denbora hileko elementuak eta batura-puntuak aipa ditzakegu. Elementu ez lineal bezala, lerro karakteristikozko elementuak eta biderkaketa-puntuak.



26. IRUDIA. Denbora hil baten adibidea

X_e (t) denbora-unitateko isurtzen den kantitatea.
X_a (t) = Denbora-unitateko erauzten den kantitatea.

6.2.1. *Denbora hiletako elementuak*

Denbora hiletako elementu baten adibide gisa zera ikas dezakegu, zinta batez granelean egiten den material baten garraioa (26. irudia). Materiala azaltzen denetik hau bota arte igarotzen du denborari denbora hila esaten zaio

$$T_t = \frac{1}{V}$$

Sarrera eta irteerako magnitudeen arteko erlazioa, bada, zera izango da.

$$X_a\ (t) = K \cdot X_e\ (t) \cdot f\ (t-T_t) \qquad (6.13)$$

Ekuazio hau integrala da eta ez diferentziala. Beraz, denbora hileko elementua ez da R elementua.

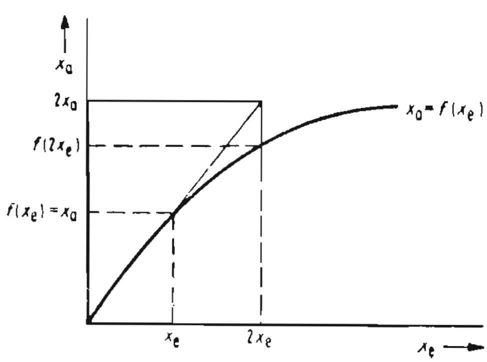
6.2.2. *Lerro karakteristikozko elementuak.* (KL elementuak)

Orain arte kontutan hartutako elementuetan, linealtasun-printzipioa aplikagarria zen.

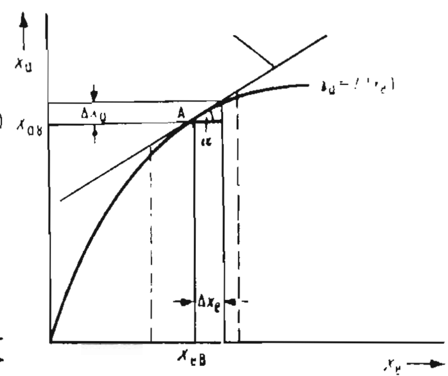
Sarrera eta irteerako magnitudeen arteko erlazio lineal hau ez dago zenbait elementutan garantizatua. Elementu hauek 27. irudian azaltzen den lerro karakteristiko bezalako bat eduki dezakete. Elementu ez-lineal baten karakteristika kurba X_e = konstante aplikatzen bazaio KL elementu bati X_a – k ere balio konstante eta zehatz bat edukiko du. $X_a = f(x_e)$; $2X_e$ aplikatzen bada, $f(2X_e)$ lortzen da; baina $X_a = f(2X_e)$ hori, 27. irudiak dioenez ez da berdin $2X_a$.

Anplifikazio-printzipioa ez da betetzen, eta beraz KL elementua ez-lineala da. Honen adibide bat korronte zuzeneko makina baten eremua da.

Karakteristikaren zenbait lan-zatitarako garapen linealak kontsidera daitezke; hau da, karakteristika lineala egitea. 28 Irudia.



27. IRUDIA



28. IRUDIA

Suposa dezagun orain sistemaren zerbitzu-egoera x_{eB} eta x_{aB} balioez karakterizatuta dagoela, KL elementuaren zati batek bertan parte hartzen duelarik.

Orduan, 28. irudiak dioenez ondoko hau lortzen dugu:

$x_e - x_{eB} = x_e$

$x_a - x_{aB} = x_a$ eta gutxi gora-behera

$$\Delta x_a = k \Delta x_e \qquad (6.14)$$

k = tg hori karakteristikaren lan-puntuarekiko tangentearen malda izanik.

Baldin x_e eta x_a magnitudeetatik zerbitzu-balioen bere x_e eta x_a desbidazioetara igarotzen bada, eta desbidazio hauek oso handiak ez badira, KL elementuaren ordez P elementua jar daiteke; hau da, linealizatu bat.

6.2.3. *Elementu biderkatzailea*

Beste zenbait elementu bezala, hau ere elementu ez-lineala da, berontzat ondoko hau egiaztatzen delarik.

$x_a = k \cdot x_{e1} \cdot x_{e2}$

Baldin x_{e1B}, x_{e2B} eta x_{aB} zerbitzu-balioak badira, orduan zerbitzuan zera dago:

$x_{aB} = k \cdot x_{e1B} \cdot x_{e2B}$

$\Delta x_a = x_a - x_{aB}$

$\Delta x_{e1} = x_{e1} - x_{e1B}$

$\Delta x_{e2} = xe - x_{e2B}$

$x_a = k\, x_{e1} \cdot x_{e2}$ ekuazio hauekin, ondoko hau lortzen da.

$x_{aB} + Dx_a = k\,(x_{e1B} + \Delta x_{e1})\,(x_{e2B} + x_{e2})$.

Beraz,

$x_{aB} + \Delta x_a = k\, x_{e1B}\, x_{e2B} + k\, x_{e1B}\, \Delta x_{e2} + k\, x_{e2B}\, \Delta x_{e1} + k \Delta x_{e1} \Delta x_{e2}$

Nola magnitude berauen aurrean maila baxuagoko magnitudeen biderketa arbuiagarria den, eta nola

$x_{aB} = kx_{a1B} \cdot x_{e1B}$, desbidazioetarako zera lortzen da.

$$x_a = kx_{e2B}\, x_{e1} + k\, x_{e1B}\, x_{e2} \qquad (6.15)$$

Elementu ez-linealak dituen erregulazio-zirkuitu batekin topatzen bagara, hau linealizatu egiten da, magnitudeetatik bere zerbitzu-balioen desbidazioetara igaroz; horretarako KL eta M elementuak beste elementu linealez aldatu behar dira; elementu linealak, berriz, aldaezinak gelditzen dira.

6.3. **Adibidea**

Elhuyar 22. aleko 58. orrialdean azaltzen den Leonard akzionamendutaldea hartuz, zirkuituko elementuen erlazioak banan bana lortzen dira atal honetan.

6.3.1. *Erregulazio-anplifikadorea*

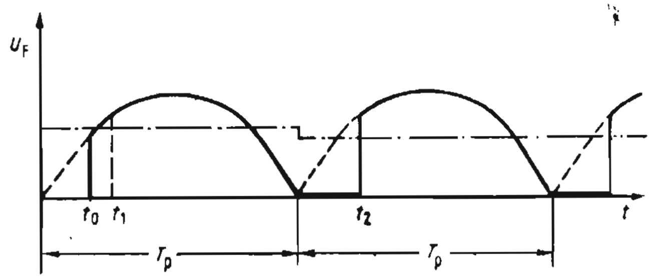
Erregulazio-desbidaziorako zera lortzen da:

$$\Delta U = U_S - U_T \qquad (6.16)$$

Erregulazio-anplifikadorearen denborazko jokaera geroago azalduko da. Horregatik ezin da gertatu U_a eta U-ren arteko inongo erlazio matematikorik.

6.3.2. *Fase bakarreko zubi erdikontrolatua*

Ebaketa-angelua aldatuz U_F irteera-tentsioa aldatzen da. 29. irudian adierazten da zubiaren irteera-tentsioa.



29. IRUDIA: Irteera-tentsioa

U_F-ren batezbesteko balioa T_p periodoan.

Suposa dezagun, zirkuitua pizteko pultsua t_0 aldiunean iritsi dela. t_1 aldiunean doiketa-agindu bat sortzen bada, adibidez, aginte-tentsioaren bapateko aldaketagatik, zirkuituak ez du doiketa horren agindua jasoko ondoko erdiuhinera iritsi arte.

Beraz, zubi erdikontrolatuak denbora hil bat du. 10. uhinerdi baten denbora 10 ms-koa da. Sare-tentsioak 50 Hz-eko maiztasuna duenean, beraz, denbora hil maximoa $T_t = 10$ ms-tara hel daiteke gehienera ere.

U_F irteera-tentsioaren eta pultsu-sortzailearen U_A sarrera-tentsioaren artean ondoko erlazio hau dago

$$U_F = f(U_A) \cdot f(t\text{-}T_t)$$

Sinplifikatzeko, suposa dezagun U_F eta U_A beraien arteko menpekotasuna lineala dutela (zubi erdikontrolatuan onargarria da)

$$f(U_A) = K_2 \cdot U_A$$

$$U_F = K_2 \cdot f(t - T_t) \cdot U_A \qquad (6.17)$$

Pultsu-aparatua, oinarrizko aginte-tentsioarekin U_{AN} lortzen denean zubiaren irteera-tentsio maximoa lortzeko kalkulatuta egoten da

$$K_2 = \frac{U_F max}{U_{AN}}$$

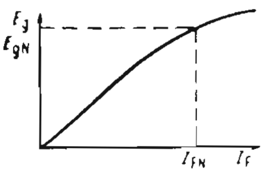
6.3.3. *Leonard-taldearen eremu-zirkuitua*

Kitzikapen-tentsiorako, ondoko ekuazio diferentziala dugu:

$$U_F = I_F \acute{o}\, R_F + L_F \frac{dI_F}{dt} \tag{6.18}$$

6.3.4. *Leonard-taldearen I.E.E.*

Generadorearen I.E.E. (Indar elektroeragile) eta kitzikapen-korrontearen artean menpekotasun ez-lineal bat dago, kitzikapen-karakteristikaz adierazten delarik. (30. Irudia).



30. IRUDIA. Kitzikapen-kurba karakteristikoa

$$E_G = f(I_F)$$

6.3.5. *Induzituaren zirkuitua*

Generadorearen I.E.E. eta induzituaren korrontearen arteko erlazioak zera balio du:

$$E_G - R_G \cdot I_A - L_G \frac{dI_A}{dt} = E_M + R_M\, I_A + L_M \frac{dI_A}{dt}$$

$$E_G = E_M + (R_G + R_M)\, I_A + (L_G + L_M) \frac{dI_A}{dt} \tag{6.20}$$

6.3.6. *Pareraren erakuntza*

Motorearen parea, fluxuarekin eta induzituaren korrontearekin proportzionala da

$$M_M = K_3 \cdot \Theta \cdot I_A$$

Baldin kitzikapen-fluxua konstantea bada

$$M_M =_4\ I_A \quad ; \quad K_4 = \frac{M_{MN}}{J_{AN}} \tag{6.21}$$

6.3.7. *Azelerazioaren Parea*

Azelerazioaren parea lortzeko motorearen eta kargaren pareen kenketa egin behar da

$$M_B = M_M - M_L \qquad (6.22)$$

6.3.8. *Motorearen abiadura*

(6.1.) atalean deduzitu zenez, azelerazioaren parearen eta abiaduraren arteko erlazioa ondoko hau da:

$$M_B = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dN_M}{dt} \qquad (6.23)$$

6.3.9. *Motorearen I.E.E.*

$$E_M = K_5 \cdot \varnothing \cdot N_M$$

$\varnothing$ = konstantea bada

$$E_M = K_6 \cdot N_M \qquad K_6 = \frac{E_{MN}}{N_{MN}} \qquad (6.24)$$

6.3.10. *Egiazko balioaren erakuntza*

Takodinamoaren tentsiorako zera dugu:

$$U_T = K_7 \cdot N_M \qquad K_T = \frac{U_{TN}}{N_{MN}} \qquad (6.25)$$

Honela, sistema hamar ekuazioz deskribatuta gelditzen da, ekuazio hauek beraien artean erlazionaturik egonik. Oraindik ezin da sistemaren jokaera dinamikoa adierazi, ekuazioetan oinarrituz.

Erregulazio-zirkuituko elementu bakoitzaren jokaera ikusteko trantsiziofuntzioa erabil daiteke.

Jesús M. Iturrioz