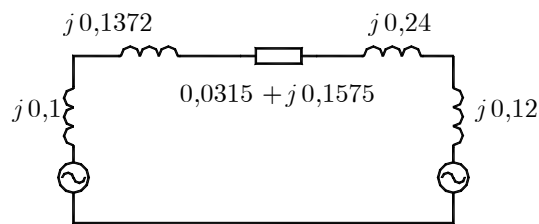


Resultados de los Problemas

Capítulo 2

2.1 AT en estrella, BT en triángulo.

2.2



2.3 (a) $\vec{I}_{motor} = 0,615\angle 31,79^\circ$; $\vec{U}_{Generador} = 0,851\angle 19,88^\circ$;
 $\vec{U}_{linea} = 0,872\angle 14,45^\circ$; $\vec{S}_{Generador} = 0,512 - j0,108$.

(b) 771,9 A; 11,74 kV
120,33 kV 15,35 MW; - 3,24 MVar.

2.4 (a)--; (b) 22 kV; (c) 23,82 kV; 11,71 kV.

2.5 13,346 kV.

2.6 247,69 kV; 249,72 kV.

2.7 27,07 kV.

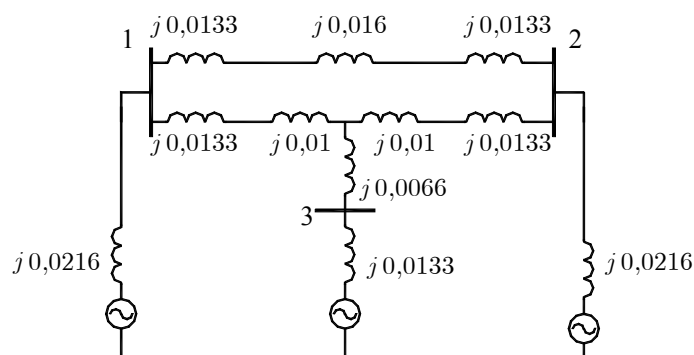
2.8 $0,122 + j 0,252$.

2.9 126,5 kV; 27,6 kV.

2.10 440 kV; 480 kV.

2.11 (a) 13,284 kV. (b) $2,175 + j 1,631$ p.u.; $378,08 + j 284,21 \Omega$

2.12



2.13 15,15 kV.

Capítulo 3

3.1 $\vec{E}_a = 2,015 \angle 29,74^\circ$.

3.2 (a) 1.835,7 A; 88,8 %. (b) 1,718 p.u.

- 3.3** (a) 40,8 kV (línea-línea); $17,5^\circ$ (b) 807,48 A; 0,596 inductivo. (c) 136 MW; 3.248,85 A.
- 3.4** (a) $21,8^\circ$; 769,8 A con factor de potencia unidad; $29,75^\circ$; 962,3 A con factor de potencia 0,8 capacitivo. (b) 12 kV (línea-línea).
- 3.5** (a) 2.440 V; 6,12 %. (b) 2.200,4 V; $-4,33\%$.
- 3.6** (a) 44,9 kV; $7,676^\circ$. (b) 288 MW. (c) 547,47 A; 0,7306 inductivo.
- 3.7** (a) 12,806 kV. (b) 80,4 MW. (c) $3.344\angle 36,76^\circ$ A
- 3.8** (a) 12 kV (línea-línea), $61,9^\circ$. (b) 12 kV (línea-línea). (c) 2 kA.

Capítulo 4

- 4.1** --
- 4.2** $-I/(3\pi d)$.
- 4.3** 0,565 V/km.
- 4.4** $L = 1,10211$ mH/km; $C = 0,010325$ μ F/km; $X_L = 0,346$ Ω /km; $X_C = 0,308$ M Ω ·km; $B_C = 3,24$ μ S/km.
- 4.5** $L = 0,4543$ mH/km; $C = 0,02590$ μ F/km.
- 4.6** --
- 4.7** $X_C = 8,515 \cdot 10^3$ Ω ·km.
- 4.8** $C_{ab} = \pi\epsilon / (\ln D/r)$; 71.39 kV (valor de pico).

$$4.9 \quad C_{xy} = \frac{\pi\epsilon}{\ln \frac{D}{r} - \ln \frac{\sqrt{4H^2 + D^2}}{2H}}.$$

$$4.10 \quad 200 \text{ kV/m}; 43,93 \text{ V/m}.$$

$$4.11 \quad 1,894 \text{ cm}.$$

Capítulo 5

$$5.1 \quad 12,3 \text{ kV}; 23 \text{ \%}.$$

$$5.2 \quad 85,6 \text{ kV}; 12,5 \text{ \%}.$$

$$5.3 \quad (\text{a}) 151,33 \text{ A}; 241,2 \text{ kV}. (\text{b}) 331,69 \text{ km}. (\text{c}) 58,51 \text{ Hz}.$$

$$5.4 \quad (\text{a}) 251,32 \text{ kV}; 164,02 \text{ A}; 0,745 \text{ en retraso}. (\text{b}) 238,07 \text{ kV}; 128,14 \text{ A}; 0,988 \text{ en adelanto}. (\text{c}) 237,39 \text{ kV}; 128,86 \text{ A}; 0,987 \text{ en adelanto}.$$

$$5.5 \quad 57,09 \text{ MVar}.$$

$$5.6 \quad (\text{a}) 355 \text{ kV}; (\text{b}) 552,3 \text{ MW}; (\text{c}) 308,86 \text{ MVar}.$$

$$5.7 \quad 36,4 \text{ \%}; 85 \text{ \%}.$$

$$5.8 \quad (\text{a}) 17,39 \text{ MVar}. (\text{b}) 3,52 \text{ MW}.$$

$$5.9 \quad (\text{a}) 0,002 \text{ rad/km}; 500,48 \text{ }\Omega. (\text{b}) 1000 \text{ }\Omega; 176,4 \text{ MVar}.$$

$$5.10 \quad 400 \text{ kV}.$$

$$5.11 \quad (\text{a}) 622,15 \text{ kV}; 794,65 \text{ A}; 44,68 \text{ \%}. \\ (\text{b}) \vec{A}' = \vec{D}' = 0,96; \vec{B}' = j39,2 \text{ }\Omega; \vec{C}' = j0,002 \text{ }\Omega^{-1}.$$

Capítulo 6

6.1 $0,9702\angle -14,93^\circ$.

6.2 $0,4999 + j0,0635$; $0,0633$; $-14,4771^\circ$.

6.3 $1,1007\angle -2,0825^\circ$; $0,9556\angle -13,3092^\circ$.

6.4 $1\angle -2,2906^\circ$; $0,9066\angle -14,0413^\circ$.

6.5 $\vec{U}_1 = 1,010\angle 0^\circ$ $\vec{U}_2 = 0,9861\angle -0,5673^\circ$ $\vec{U}_3 = 1,0013\angle -1,3264^\circ$
 $\vec{U}_4 = 0,9915\angle -1,6406^\circ$ $\vec{U}_5 = 1\angle 0,1834^\circ$.

6.6 $x_1 = x_2 = 1,6195$ con error menor que 0,01.

6.7 (b) $1,05\angle 1,5782^\circ$; $0,9231\angle -6,1790^\circ$.

6.8 $1,0533\angle -10,6952^\circ$; $0,9067\angle -16,8068^\circ$.

6.9 $1\angle -10,6952^\circ$; $0,8800\angle -16,8068^\circ$.

6.10 $\vec{U}_1 = 1,010\angle 0^\circ$ $\vec{U}_2 = 0,9868\angle -1,80^\circ$ $\vec{U}_3 = 1,0016\angle -2,36^\circ$
 $\vec{U}_4 = 0,9911\angle -2,10^\circ$ $\vec{U}_5 = 1\angle -0,74^\circ$.

6.11 (a) $\vec{U}_A = 1\angle 0,5730^\circ$; $\vec{U}_B = 1\angle 0^\circ$; $\vec{U}_C = 1\angle -1,7189^\circ$.
 (b) 50 MW; $-1,05$ MVar. (c) 49,7 MVar. (d) 0,85 MVar.

6.12 $\vec{U}_X = 1,0\angle 0^\circ$ $\vec{U}_Y = 1,0926\angle -3,3278^\circ$ $\vec{U}_Z = 1,1\angle 1,0166^\circ$
 $Q_{GX} = -263$ MVar; $Q_{GZ} = 187$ MVar.

6.13 $1,0218\angle -10,6952^\circ$; $0,8667\angle -16,8068^\circ$.

6.14 $1,0\angle -10,6952^\circ$; $0,8558\angle -16,8068^\circ$.

$$\begin{aligned} \vec{U}_1 &= 1,010 \angle 0^\circ & \vec{U}_2 &= 0,9863 \angle -1,82^\circ & \vec{U}_3 &= 1,0010 \angle -2,38^\circ \\ \vec{U}_4 &= 0,9907 \angle -2,12^\circ & \vec{U}_5 &= 1 \angle -0,76^\circ. \end{aligned}$$

6.16 Con la numeración de nudos $M = 1$; $B = 2$; $A = 3$; $C = 4$ y potencia base $S_B = 100$ MVA.

$$\mathbf{Y}_{\text{BUS}} = \begin{pmatrix} 16,9185 \angle -80,3^\circ & 11,2791 \angle 99,66^\circ & 5,6395 \angle 99,67^\circ & 0 \\ 11,2791 \angle 99,66^\circ & 18,7984 \angle -80,33^\circ & 7,5193 \angle 99,67^\circ & 0 \\ 5,6395 \angle 99,67^\circ & 7,5193 \angle 99,67^\circ & 28,2099 \angle -85,5^\circ & 16,0788 \angle 90^\circ \\ 0 & 0 & 16,0788 \angle 90^\circ & 17,0458 \angle -90^\circ \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{J}^{(0)} = \left(\begin{array}{ccc|cc} 18,53 & -7,41 & 0 & -1,26 & 0 \\ -7,41 & 29,04 & -16,07 & 2,21 & 0 \\ 0 & -16,07 & 16,07 & 0 & 0 \\ \hline 1,26 & -2,21 & 0 & 27,20 & -16,07 \\ 0 & 0 & 0 & -16,07 & 18,02 \end{array} \right)$$

6.17 20 MVar, con una iteración.

Capítulo 7

7.1 $\Delta f = -0,2$ Hz; $\Delta P_1 = 40$ MW; $\Delta P_2 = 50$ MW.

7.2 (a) $\Delta f = -0,0083$ Hz; $\Delta P_{GA} = 133$ MW; $\Delta P_{GB} = 160$ MW;
 $\Delta P_{GC} = 107$ MW.
 (b) $ECA_A = 33,4$ MW; $ECA_B = -364,5$ MW;
 $ECA_C = 27,15$ MW.

7.3 $\Delta f = -0,3077$ Hz; $\Delta P_{12} = -246,15$ MW; $\Delta P_{21} = 246,15$ MW.

7.4 (a) $\Delta f = -0,3077$ Hz; $\Delta P_{21} = 246,15$ MW. (b) $\Delta f = 0$; $\Delta P_{21} = 0$.

7.5 (a) y (b) a partir de la tabla siguiente.

P_D (MW)	λ (UM/MWh)	P_{G1} (MW)	P_{G2} (MW)
40	35	20	20
76	44	20	56
130	50	50	80
175	55	75	100
220	60	100	120
231,25	61,25	106,25	125
250	65	125	125

7.6 50,625 MW.

7.7 $\lambda = 9,375$ UM/MWh; $L_1 = 1,5625$; $L_2 = 1,25$.

7.8 $P_{G1} = 0,5423$; $P_{G2} = 3,5461$.

7.9 (a) $P_{G1} = 100$ MW; $P_{G2} = 100$ MW; $P_D = 190$ MW.
(b) Ahorro de 35,46 UM/h.

Capítulo 8

8.1 1.756 A; 9,85 kV.

8.2 (a) 9.224,8 A. (b) 7.475,4 A. (c) 19.029,2 A.

8.3 (a) 5,56 kA. (b) 8,12 kA.

8.4 6,17 kA.

8.5 (a) $j 0,2656$. (b) 3,95 p.u.; 4,56 kA.

8.6 (a) $j 0,1733$. (b) 5,77 p.u.; 22,21 kA. (c) Desde G2: 5 p.u. ; 19,24 kA.
Desde T2: 0,77 p.u.; 2,97 kA.

8.7 (a) 625 MVA. (b) 0,2581 Ω .

8.8 2,43.

8.9 0,6.

Capítulo 9

9.1 2 p.u.

9.2 (b) (i) Fase *a*: 6,73 p.u.; Fases *b* y *c*: 0.
(ii) Fase *a*: 4,7 p.u.; Fase *b*: 0,2547 p.u.; Fase *c*: 0,2547 p.u.

9.3 0,42 p.u.; 5,08 p.u.

9.4 Fase *a*: 2.761,2 A; Fase *b*: 0; Fase *c*: 2.761,2 A.

9.5 Fase *a*: 15,48 kV; Fase *b*: 9,249 kV; Fase *c*: 9,249 kV.
(NOTA: Con neutro de G3 directamente a tierra)

9.6 $X_n < X^+ / 3$.

9.7 Corrientes de fallo:

$$\begin{bmatrix} \vec{I}_{a3}^f & \vec{I}_{b3}^f & \vec{I}_{c3}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -3,2075 & 3,2075 \end{bmatrix}.$$

Tensiones en nudos:

$$\begin{bmatrix} \vec{U}_{a1}^f \\ \vec{U}_{b1}^f \\ \vec{U}_{c1}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\angle 0^\circ \\ 0,6720\angle -138,07^\circ \\ 0,6720\angle 138,07^\circ \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} \vec{U}_{a2}^f \\ \vec{U}_{b2}^f \\ \vec{U}_{c2}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\angle 0^\circ \\ 0,6939\angle -136,10^\circ \\ 0,6939\angle 136,10^\circ \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} \vec{U}_{a3}^f \\ \vec{U}_{b3}^f \\ \vec{U}_{c3}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\angle 0^\circ \\ 0,5251\angle -162,22^\circ \\ 0,5251\angle 162,22^\circ \end{bmatrix}$$

Corrientes en la línea 1-2:

$$\begin{bmatrix} \vec{I}_{a(1-2)}^f & \vec{I}_{b(1-2)}^f & \vec{I}_{c(1-2)}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0,2566 & -0,2566 \end{bmatrix}.$$

9.8 (a) 20 Ω . (b) Fase *a*: 730,41 A. Fase *b*: 124,34 A. Fase *c*: 124,34 A.

9.9 (a) $0,45 / (0,35 + 3X_n)$. (b) 0,0319 Ω .

9.10 (a) Todas las corrientes iguales a cero.

$$(b) \vec{I}^f = -j1,875; \begin{bmatrix} \vec{I}_{aG}^f \\ \vec{I}_{bG}^f \\ \vec{I}_{cG}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -j1,2500 \\ j0,6250 \\ j0,6250 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} \vec{I}_{aT}^f \\ \vec{I}_{bT}^f \\ \vec{I}_{cT}^f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -j0,6250 \\ -j0,6250 \\ -j0,6250 \end{bmatrix}$$

Capítulo 10

10.1 (a) 800 MJ. (b) 5,89 rad/s². (c) 0,1178 rad; 1.505,6 r.p.m.

10.2 40,4 MJ/MVA.

10.3 (a) 1,79. (b) 0,693. (c) 1,265.

10.4 $\frac{d^2\delta}{dt^2} = 39,27(1 - 0,694 \sin \delta); 24,08 \text{ rad/s}^2; 0,621 \text{ rad}$

10.5 52,76°.

10.6 Inestable.

10.7 --

10.8 (a)

$$\mathbf{Y}_{\text{BUS}} = \begin{pmatrix} -j30 & j20 & j10 & 0 & 0 & 0 \\ j20 & -j30 & 0 & j10 & 0 & 0 \\ j10 & 0 & -j50 & 0 & j40 & 0 \\ 0 & j10 & 0 & -j50 & j40 & 0 \\ 0 & 0 & j40 & j40 & -j100 & j20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & j20 & -j20 \end{pmatrix}$$

(b)

$$\mathbf{Y}_{nn} = \begin{pmatrix} -j35 & j20 & j10 & 0 & 0 & 0 \\ j20 & -j40 & 0 & j10 & 0 & 0 \\ j10 & 0 & 3 - j52 & 0 & j40 & 0 \\ 0 & j10 & 0 & 2 - j50,9 & j40 & 0 \\ 0 & 0 & j40 & j40 & 1 - j100,3 & j20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & j20 & -j30 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{Y}_{mm} = \begin{pmatrix} -j5 & 0 & 0 \\ 0 & -j10 & 0 \\ 0 & 0 & -j10 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{Y}_{nm} = \begin{pmatrix} -j5 & 0 & 0 \\ 0 & -j10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -j10 \end{pmatrix}$$

10.9 (a)

$$\mathbf{Y}_{nn} = \begin{pmatrix} -j15 & 0 & j10 & 0 & 0 & 0 \\ j20 & -j20 & 0 & j10 & 0 & 0 \\ j10 & 0 & 3 - j52 & 0 & j40 & 0 \\ 0 & j10 & 0 & 2 - j50,9 & j40 & 0 \\ 0 & 0 & j40 & j40 & 1 - j100,3 & j20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & j20 & -j30 \end{pmatrix}$$

\mathbf{Y}_{mm} ; \mathbf{Y}_{nm} quedan igual que en el Problema anterior.

(b)

$$\mathbf{Y}_{nn} = \begin{pmatrix} -j35 & j20 & j10 & 0 & 0 & 0 \\ j20 & -j40 & 0 & j10 & 0 & 0 \\ j10 & 0 & 3 - j52 & 0 & j40 & 0 \\ 0 & j10 & 0 & -j50 & j40 & 0 \\ 0 & 0 & j40 & j40 & 1 - j100,3 & j20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & j20 & -j30 \end{pmatrix}$$

\mathbf{Y}_{mm} ; \mathbf{Y}_{nm} quedan igual que en el Problema anterior.

