پاسخ سوال ۱:

طبق تعریف برای یک هادی گرد و توپر مساحت بر حسب میل‌های دایره‌ای به صورت توان دوم قطر برحسب میل تعریف می‌گردد. در نتیجه داریم:

(الف)

$$d=\sqrt{336400}=580\,mil=(580)(10^{-3})(2.54)=1.4732cm, A=\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2=1.704564cm^2$$

$$R_1=\rho\frac{l}{A}=2.8\times10^{-8}\frac{25\times10^3}{1.704564\times10^{-4}}=4.107\,\Omega$$

(ب) $$R_2=R_1\frac{T+t_2}{T+t_1}=4.107\frac{228+50}{228+20}=4.604\,\Omega$$

پاسخ سوال ۲:

$$r'=re^{-\frac{1}{4}}=\left(\frac{0.9}{2}\right)e^{-\frac{1}{4}}=0.35cm, L=0.2\ln\frac{D}{r'}=0.2\ln\frac{2.5}{0.35\times10^{-2}}=1.314\ {}^{mH}\!/_{km}$$

$$L=(35)(1.134)=45.998\cong46\ mH$$

پاسخ سوال ۳:

(الف) $$GMR=\sqrt[16]{\left[(0.7788r)\left(2r.2r.2\sqrt{2}\right)\right]^4}=\sqrt[4]{(0.7788r)\left(2r.2r.2\sqrt{2}\right)}=1.723r$$

(ب) $$GMR=\sqrt[16]{\left[(0.7788r)(2r.2r.2r)\right]^2\left[(0.7788r)\left(2r.2r.2\sqrt{3}r\right)\right]^2}=1.692r$$

(ج) $$GMR=\sqrt[9]{\left[0.7788r\right]^3\left[(2r.4r)(2r.2r)(2r.4r)\right]}=1.704r$$

(د) $$GMR=\sqrt[36]{\left[0.7788r\right]^6\left[2r.2r.4r.4r.2\sqrt{3}r\right]^3\left[2r.2r.2r.2r.2\sqrt{3}\right]^3}=2.1r$$

پاسخ سوال ٤:

(الف) فرض کنید که خط a-b جریان I دارد. در نتیجه: $I_a=-I_b=I\,A, I_c=I_d=0$

از آنجایی که مجموع جریان‌ها صفر می‌گردد، در نتیجه داریم:

$$\lambda_c = 2\times10^{-7}\left(I_a \ln\frac{1}{D_{ac}} + I_b \ln\frac{1}{D_{bc}} + I_c \ln\frac{1}{r_c'} + I_d \ln\frac{1}{D_{dc}}\right) \Rightarrow \lambda_c = 2\times10^{-7}\times I \times \ln\frac{D_{bc}}{D_{ac}}$$

$$\lambda_d = 2\times10^{-7}\times I \times \ln\frac{D_{bd}}{D_{ad}}$$

$$\lambda_{c-d} = 2\times10^{-7}\times I \times \ln\frac{D_{bc}D_{ad}}{D_{ac}D_{bd}}$$

در بالا شار نشتی از خط تلفن را بدست آوریدم، حال اندوکتانس متقابل را بدست می‌آوریم:

$$M = \frac{\lambda_{c-d}}{I} = 2\times10^{-7}\times\ln\frac{D_{bc}D_{ad}}{D_{ac}D_{bd}} = 4\times10^{-7}\times\ln\sqrt{\frac{D_{bc}D_{ad}}{D_{ac}D_{bd}}} \quad H/m$$

(ب) $D_{ac} = \sqrt{(1.25-0.5)^2+1.8^2} = 1.95\,m, D_{ad} = \sqrt{(1.25+0.5)^2+1.8^2} = 2.51m$

شار نشتی در اثر جریان I_a: $\phi_{cd} = 2\times10^{-7} I_a \ln\frac{2.51}{1.95}$

شار نشتی در اثر جریان I_b: $\phi_{cd} = -2\times10^{-7} I_a \ln\frac{2.51}{1.95}$

دو جریان ۱۸۰ درجه با هم اختلاف فاز دارند، در نتیجه:

$$\phi_{c-d} = 4\times10^{-7} I_a \ln\frac{2.51}{1.95} \Rightarrow M = 4\times10^{-7}\ln\frac{2.51}{1.95} = 1.01\times10^{-7}\,H/m$$

(ج) $V_{cd} = \omega MI = 377\times1.01\times10^{-7}\times10^3\times150 = 5.71\,V/km$

پاسخ سوال ۵:

محاسبات در حالتی که نحوه قرار گرفتن فازهای مدار به صورت $a_1b_1c_1 - c_2b_2a_2$ باشد:

$$D_{a_1b_1}=\sqrt{10^2+4^2}=10.7703, D_{a_1b_2}=\sqrt{10^2+20^2}=22.3607$$
$$D_{a_2b_1}=\sqrt{20.5^2+9^2}=22.3886, D_{a_2b_2}=\sqrt{3.5^2+9^2}=9.6566$$
$$\Rightarrow D_{AB}=\sqrt[4]{10.7703\times 22.3886\times 22.3607\times 9.6566}=15.1057$$
$$D_{c_1a_1}=\sqrt{0.5^2+19^2}=19.0065, D_{c_1a_2}=17$$
$$D_{c_2a_1}=16, D_{c_2a_2}=D_{c_1a_1}=19.0065 \Rightarrow D_{CA}=\sqrt[4]{19.0065^2\times 17\times 16}=17.7049$$
$$D_{b_1c_1}=\sqrt{3.5^2+9^2}=9.6566, D_{b_1c_2}=\sqrt{10^2+20^2}=22.3607$$
$$D_{b_2c_1}=\sqrt{20.5^2+9^2}=22.3886, D_{b_2c_2}=\sqrt{10^2+4^2}=10.7703$$
$$\Rightarrow D_{BC}=\sqrt[4]{10.7703\times 22.3886\times 22.3607\times 9.6566}=15.1057$$
$$GMD=\sqrt[3]{D_{AB}D_{BC}D_{CA}}=15.9267$$
$$D_s^b=\sqrt{0.017374\times 0.45}=0.08842, D_{a_1a_2}=\sqrt{16.5^2+19^2}=25.1644, D_{b_1b_2}=24, D_{c_1c_2}=D_{a_1a_2}=25.1644$$
$$D_{SA}=\sqrt{0.08842\times 25.1644}=1.4916=D_{SC}, D_{SB}=\sqrt{0.08842\times 24}=1.4567$$
$$GMR_L=\sqrt[3]{1.4916^2\times 1.4567}=1.4799, L=0.2\ln\frac{GMD}{GMR_L}=0.4752\ mH/km$$
$$r^b=\sqrt{r\times d}=\sqrt{\frac{0.044069}{2}\times 0.45}=0.09957, r_A=\sqrt{0.09957\times 25.1644}=1.5829=r_C$$
$$r_B=\sqrt{0.09957\times 24}=1.4567, GMR_C=\sqrt[3]{1.4567\times 1.5829^2}=1.5705, C=\frac{0.0556}{\ln\frac{GMD}{GMR_C}}=0.0240\ \mu F/km$$

محاسبات در حالتی که نحوه قرار گرفتن فازهای مدار به صورت $a_1b_1c_1-a_2b_2c_2$ باشد:

$$D_{a_1b_1}=10.7703, D_{a_1b_2}=22.3607, D_{a_2b_1}=22.3607, D_{a_2b_2}=10.7703$$
$$D_{b_1c_1}=9.6566, D_{b_1c_2}=22.3886, D_{b_2c_1}=22.3886, D_{b_2c_2}=9.5566$$
$$D_{a_1c_1}=19.0065, D_{a_1c_2}=25.1644, D_{a_2c_1}=25.1644, D_{a_2c_2}=19.0065$$
$$D_{a_1a_2}=16, D_{b_1b_2}=24, D_{c_1c_2}=17$$
$$D_{AB}=15.5187, D_{BC}=14.7036, D_{CA}=21.8698, GMD=17.0887$$
$$D_s^b=0.08842, r^b=0.09957, D_{SA}=1.1894, D_{SB}=1.4567, D_{SC},1.2260$$
$$r_A=1.2622, r_B=1.5458, r_C=1.3010, GMR_L=1.2855, GMR_C=1.3641$$
$$L=0.2\ln\frac{GMD}{GMR_L}=0.5174\ mH/km, C=\frac{0.0556}{\ln\frac{GMD}{GMR_C}}=0.02199\ \mu F/km$$

پاسخ سوال ٦:

$$GMD = \sqrt[3]{8\times 8\times 16} = 10.0794\ m, L = 0.2\ln\frac{GMD}{GMR} = 0.2\ln\frac{10.0794}{0.01515} = 1.3\ mH/km$$ (الف)

$$L_{new} = 0.77\times 1.3 = 1.001\ mH/km, L_{new} = 0.2\ln\frac{\overbrace{GMD}^{10.0794}}{GMR_{new}} \Rightarrow GMR_{new} = 0.676\,m$$ (ب)

$$GMR_{new} = \sqrt{D_s \times d} \Rightarrow D_s = 0.0114\ m = 1.14\ cm$$