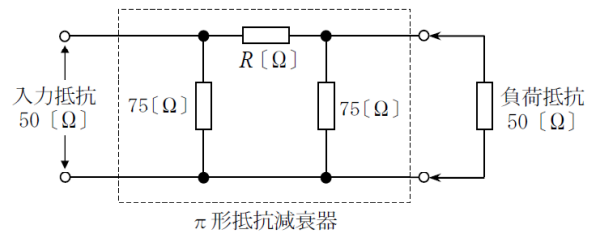


1 アマ無線工学 新問題の解説 令和5年8月期

A-3 図に示すπ形抵抗減衰器の減衰量(電圧)が14 [dB]であるとき、抵抗 R [Ω]の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}5 \doteq 0.7$ とする。

- 1 50 [Ω]
- 2 60 [Ω]
- 3 75 [Ω]
- 4 120 [Ω]
- 5 150 [Ω]



Point 減衰量は、入力と出力の電圧比で表される。直列に接続された抵抗による電圧降下は、抵抗の比で表される。

入力と出力の電力を P_I 、 P_O [W] とすると、減衰量 (電力) L [dB] は次式で表される。

$$L = 10 \log_{10} \frac{P_I}{P_O}$$

入力と出力の電圧を V_I 、 V_O [V] とすると、減衰量 (電圧) X [dB] は次式で表される。

$$X = 20 \log_{10} \frac{V_I}{V_O}$$

解説 図1のπ形回路において、出力(負荷)側の抵抗 $R_2 = 75$ [Ω] と負荷抵抗 $R_L = 50$ [Ω] の並列合成抵抗 R_{2L} [Ω] は、次式によって求めることができる。

$$R_{2L} = \frac{R_2 \times R_L}{R_2 + R_L} = \frac{75 \times 50}{75 + 50} = \frac{3,750}{125} = 30 \text{ [Ω]} \quad (1)$$

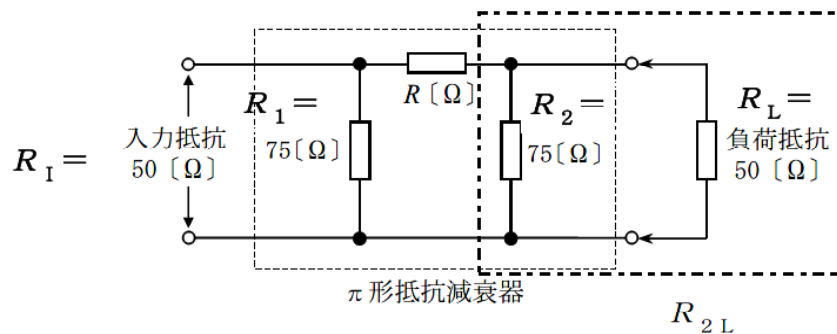


図1

入力電圧 V_I [V] は、入力と負荷間の抵抗 R と負荷側の並列合成抵抗 R_{2L} [Ω] によって、電圧が分圧されるので、出力(負荷)側の電圧 V_O [V] は、 V_O が加わる抵抗 R_{2L} と V_I が加わる抵抗 $R + R_{2L}$ の抵抗の比から求めることができるから、次式で求めることができる。

$$V_O = \frac{R_{2L}}{R + R_{2L}} V_I \text{ [V]} \quad (2)$$

減衰量 (電圧) $X = 14$ [dB] は次式で表される。

$$\begin{aligned} X &= 20 \log_{10} \frac{V_I}{V_O} \\ &= 14 = 20 \times 0.7 \doteq 20 \log_{10} 5 \end{aligned} \quad (3)$$

よって、 $\frac{V_I}{V_O} = 5$ (4)

式(1)、(2)、(4)より、次式が成り立つ。

$$\frac{V_I}{V_O} = \frac{R + R_{2L}}{R_{2L}}$$

$$5 = \frac{R + 30}{30}$$

$$5 \times 30 = R + 30$$

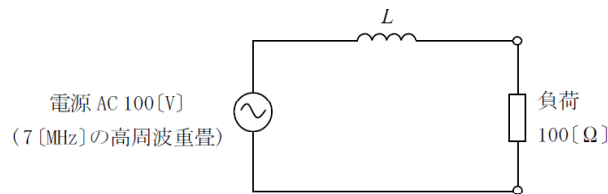
よって、

$$R = 5 \times 30 - 30 = 150 - 30 = 120 \text{ } [\Omega]$$

[正答 : 4]

A - 5 図に示す、電源が AC 100 [V]、負荷が 100 [Ω]の回路に重畳した 7 [MHz]の高周波電圧を、インダクタ L を用いて負荷側で 26 [dB]減衰させたい。 L のインダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10} 2 \doteq 0.3$ とする。

- 1 $7 / \pi$ [mH]
- 2 $7 / (2\pi)$ [mH]
- 3 $4 / (7\pi)$ [mH]
- 4 $2 / (7\pi)$ [mH]
- 5 $1 / (7\pi)$ [mH]



Point インダクタ L のリアクタンス X_L [Ω] と負荷抵抗 R_L [Ω] による電圧降下を求めるときは、 X_L と R_L の合成インピーダンスを求めなければならないので、本来は三平方の定理によってインピーダンスを求めるが、減衰量が大きいのので X_L と R_L の比によって減衰量が表されるものとする。

解説

入力電圧 V [V] は、インダクタ L のリアクタンス X_L [Ω] と負荷抵抗 R_L [Ω] によって、電圧が分圧される。減衰比が大きいのので $X_L \gg R_L$ とすると $(X_L + R_L) \doteq X_L$ となるので、負荷の電圧 V_L [V] は次式で求めることができる。

$$V_L = \frac{R_L}{\sqrt{X_L^2 + R_L^2}} V \doteq \frac{R_L}{\sqrt{X_L^2}} V = \frac{R_L}{X_L} V \text{ [V]} \quad (1)$$

減衰量 (電圧) $X = 26$ [dB] は次式で表される。

$$X = 20 \log_{10} \frac{V}{V_L}$$

$$= 26 = 20 + 6 \doteq 20 \log_{10} 10 + 20 \log_{10} 2 = 20 \log_{10} (10 \times 2) \quad (2)$$

$$\text{よって、} \frac{V}{V_L} = 10 \times 2 = 20 \quad (3)$$

式(1)、(3)より、次式が成り立つ。

$$\frac{V}{V_L} \doteq \frac{X_L}{R_L}$$

$$20 = \frac{X_L}{100} \quad \text{よって、} X_L = 20 \times 100 = 2,000 \text{ } [\Omega] \quad (4)$$

高周波の周波数を $f = 7$ [MHz] $= 7 \times 10^6$ [Hz] とすると、リアクタンス L [H] は次式で表される。

$$X_L = 2\pi f L \text{ } [\Omega] \quad (5)$$

式(4)と(5)より、 L を求めると、

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{2,000}{2\pi \times 7 \times 10^6} = \frac{1}{7\pi} \times 10^{-3} \text{ } [H] = \frac{1}{7\pi} \text{ } [mH]$$

[正答 : 5]

A - 6 次の記述は、図1に示すように、電気的特性が同一のダイオードDを二つ直列に接続した回路の電圧と電流について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、Dは図2の②の特性を持つものとする。

- (1) 回路の直流電圧を V [V] (電流 $I > 0$) とすれば、一つのDに加わる電圧 V_D は □ A □ [V] である。
- (2) V が □ B □ [V] 以下であれば、回路に流れる I は零(0)である。
- (3) V が 1.6 [V] の場合の I は約 □ C □ [mA] である。
- (4) 図2の②が常温における特性であるとき、一般にDの温度が上昇した場合の特性は図2の □ D □ のようになる。

| | A | B | C | D |
|---|-------|-----|----|---|
| 1 | $V/2$ | 1.2 | 20 | ① |
| 2 | $V/2$ | 0.6 | 10 | ① |
| 3 | $V/2$ | 1.2 | 20 | ③ |
| 4 | V | 0.6 | 20 | ③ |
| 5 | V | 1.2 | 10 | ③ |

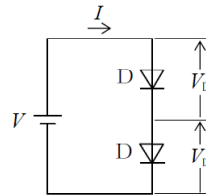


図1

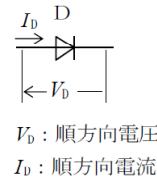


図2

Point 金属などの導体は、温度が上昇すると抵抗値が増加するが、ダイオードなどの半導体は温度が上昇すると抵抗値が小さくなるので、電流が大きくなる。

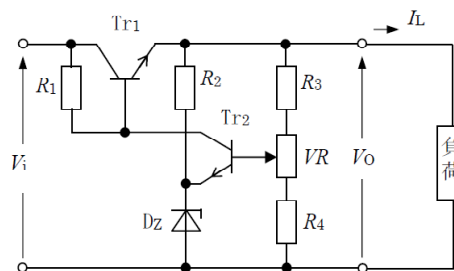
解説

- (1) ダイオードの電気的特性が同一なので、内部抵抗も同じ値となるから一つのDに加わる電圧 V_D は $V/2$ [V] である。
- (2) 図2の特性から、一つのダイオードの場合に0.6 [V] まで回路に電流が流れないので、ダイオードを二つ直列にしたときは V が $2 \times 0.6 = 1.2$ [V] 以下であれば、回路に流れる I は零(0)である。
- (3) V が 1.6 [V] の場合は、一つのダイオードの場合に $1.6 \div 2 = 0.8$ [V] の電圧が加わるので、図2より、回路に流れる電流 I は約20 [mA] である。
- (4) ダイオードなどの半導体は温度が上昇すると抵抗値が小さくなって電流は大きくなるから、図2の②が常温における特性であるとき、一般にDの温度が上昇した場合の特性は図2の①である。

[正答：1]

A - 17 図に示す直列制御形定電圧回路において、制御用トランジスタ Tr_1 のコレクタ損失の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力電圧 V_i は 15~18 [V]、出力電圧 V_o は 8~14 [V]、負荷電流 I_L は 0~2 [A] とする。また、 Tr_1 と負荷以外で消費される電力は無視するものとする。

- 1 8 [W]
- 2 14 [W]
- 3 20 [W]
- 4 28 [W]
- 5 36 [W]



Dz : ツェナーダイオード
 Tr_2 : トランジスタ
 R_1, R_2, R_3, R_4 : 抵抗
 VR : 可変抵抗

Point コレクターエミッタ間電圧とコレクタに流れる電流の積がコレクタ損失となる。

解説

直列制御形定電圧回路では、制御用のトランジスタ Tr_1 の電圧降下を基準電圧で制御することによって、出力電圧を安定にすることができる。このとき、入力電圧と出力電圧の差が Tr_1 のコレクターエミッタ間電圧となる。

Tr_1 のコレクターエミッタ間に加わる電圧が最大となるのは、入力電圧が最大 $V_{i\max} = 18$ [V]

で、出力電圧が最小 $V_{Omin}=8$ [V] のときである。このとき、負荷電流が最大 $I_L=2$ [A] になるとコレクタ損失 P_L [W] が最大となるので、次式で表される。

$$P_L = (V_{imax} - V_{Omin}) I_L$$

$$= (18 - 8) \times 2 = 20 \text{ [W]}$$

[正答 : 3]

A - 20 特性インピーダンスが 50 [Ω] の無損失給電線の負荷として 75 [Ω] の純抵抗を接続したとき、線路上の電圧反射係数、電圧定在波比 (VSWR) 及びリターンロス [dB] の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、送信機と給電線は整合しているものとし、 $\log_{10} 2 \approx 0.3$ とする。

| | 電圧反 射係数 | VSWR | リター ンロス [dB] |
|---|------------|------|-----------------|
| 1 | 0.5 | 1.5 | 12 |
| 2 | 0.5 | 2.0 | 12 |
| 3 | 0.2 | 1.5 | 14 |
| 4 | 0.2 | 2.0 | 14 |
| 5 | 0.2 | 1.5 | 16 |



Point リターンロスの真数は反射係数の逆数で表される。

解説

特性インピーダンス $Z_0 = 50$ [Ω] の給電線に負荷抵抗 $R = 75$ [Ω] を接続したときの電圧反射係数 Γ は、次式で表される。

$$\Gamma = \frac{R - Z_0}{R + Z_0} = \frac{75 - 50}{75 + 50} = \frac{25}{125} = 0.2$$

$Z_0 < R$ なので、VSWR を S とすると次式で表される。

$$S = \frac{R}{Z_0} = \frac{75}{50} = 1.5$$

リターンロス L [dB] は、次式で表される。

$$L = 20 \log_{10} \frac{1}{\Gamma} = 20 \log_{10} \frac{1}{0.2} = 20 \log_{10} \frac{10}{2}$$

$$= 20 \log_{10} 10 - 20 \log_{10} 2 \approx 20 \times 10 - 20 \times 0.3 = 20 - 6 = 14 \text{ [dB]}$$

[正答 : 3]

B - 2 次の記述は、GPS (Global Positioning System) について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) GPS の各衛星は、地上から高度約 $20,000$ [km] の軌道上を約 □ ア □ 周期で周回している。
- (2) 測定点の位置は、□ イ □ の衛星の位置と衛星までの距離から求められる。
- (3) その距離は、衛星から発射された □ ウ □ を測定して計算により求める。
- (4) 測位に使用している周波数は □ エ □ 帯である。
- (5) アマチュア局においては、自局が発射する電波に位置情報を重畳したり、通信機や測定器の □ オ □ 基準として利用したりしている。

- | | | | | |
|--------|------|-----------------------|--------------|-------|
| 1 6時間 | 2 複数 | 3 電波を測定点で受信したときの電波の強度 | 4 超短波 (VHF) | 5 周波数 |
| 6 12時間 | 7 一つ | 8 電波が測定点で受信されるまでの時間 | 9 極超短波 (UHF) | 10 電圧 |

Point GPS は、カーナビ、スマートフォン、アマチュア無線機などに装備され、主に位置の測位に用いられているが、周波数や時間の基準としても用いられる。測位には複数 (最小で四つ) の衛星が必要で、周波数は $1,000$ [MHz] 帯の極超短波 (UHF) 帯が用いられている。

[正答 : ア- 6 イ- 2 ウ- 8 エ- 9 オ- 5]