

平成24年 第26回上級ハム

国試対策講習会の

無線工学プレゼンテーション

講習会委員長 JA3PUA 太田広
 京都府亀岡市東堅町8番地
 0771-20-2694
 平成24年1月発行
<http://www.jarl.com/kcwa/>
 JARL 登録クラブ/専門 22-4-13

目次

第1章 無線工学プレゼンテーション

1. 無線工学 ***** 2-95

第2章 解法のテクニック

1. インド数学による2桁のかけ算 ***** 96
 2. 試験によく出る電力利得、倍数簡易数表 ***** 97
 3. オームの法則式 ***** 99
 4. 連立方程式解答のテクニック ***** 100
 5. 試験によく出る定数計算 ***** 101
 6. 予備スペース ***** 101
 7. 3平方の定理 ***** 101
 8. 日目計算による電流の解法 ***** 102
 9. 3平方の定理表 ***** 103
 10. 簡易dB換算表 ***** 103
 11. 指数表示換算表 ***** 103
 12. よく使う2乗の計算 ***** 103
 13. 無理数の語呂合わせによる覚え方 ***** 104
 14. 各種dB解説 ***** 105
 15. 整流時の平均値計算定数 ***** 105
 16. べき乗計算を暗算で計算するにはどうするか? ***** 106
 17. 試験合格必勝法 ***** 108
 18. 発行記録 ***** 108

1. H24の試験について

注1. H23. 4の試験から計算尺の持ち込み禁止。計算は暗算で対応。

注2. H23. 12月期の試験から1,2級電気通信術の実技試験が廃止。

注3. H24 1-4級のアマチュア無線技士試験予定表?は、編集時点で未発表につき予想日を示します。CQ誌、JARL NEWS等で確認要。1月下旬に確定。

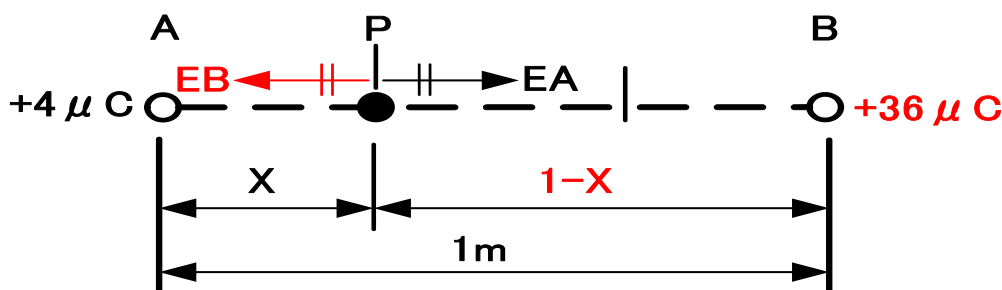
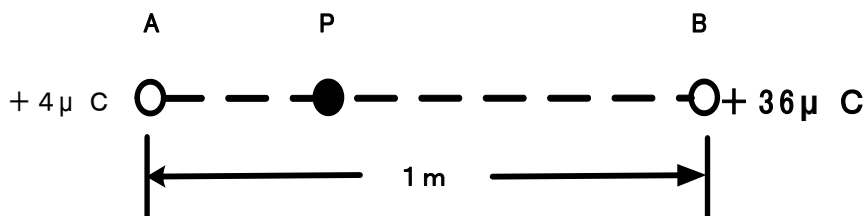
資格別	申請書の受付期間	試験の期日
第1級 アマチュア無線技士	4月期 2/1~2/20?	4/7(土)?
	8月期 6/1~6/20?	8/19(日)?
	12月期 10/1~10/20?	12/8(土)?
第2級 アマチュア無線技士	4月期 2/1~2/20?	4/8(日)?
	8月期 6/1~6/20?	8/18(土)?
	12月期 10/1~10/20?	12/9(日)?
第3-4級 アマチュア無線技士	1-2ヶ月毎に行われています。詳細は財団法人日本無線協会 http://www.nichimu.or.jp/ で確認して下さい。 tel. 03-3533-6022。回答速報有り。	

第1章 無線工学プレゼンテーション

問題 1 1アマ/H19/12月/A-2, 類 H15/4月/A-1

図に示すように、空気中において点Aに $+4 [\mu C]$, 点Bに $+36 [\mu C]$ の点電荷があるとき、AB間の点Pにおいて電界の強さが零になった。このときの点Pから点A迄の距離の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、AB間の距離は $1 [m]$ とする。

- 1 O. 15 [m]
- 2 O. 25 [m]
- 3 O. 36 [m]
- 4 O. 38 [m]
- 5 O. 42 [m]



問題1 解答 2

導入: A点の電荷によるP点の電界の強さ E_A 、同B点 E_B が相等しいとおく。

展開: 2次方程式の解法①②は因数分解 ③はルートで開く ④は一般解
実際には④でしか絶対に解けない。

詳細は新上級ハムになる本 P32 1-6 式参照

解答 A-P間の距離を $x [m]$ 、誘電率を ϵ とすると

$$E_A = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{4\pi\epsilon x^2} \quad E_B = \frac{36 \cdot 10^{-6}}{4\pi\epsilon (1-x)^2} \quad E_A = E_B \quad \therefore \frac{4}{x^2} = \frac{36}{(1-x)^2} \quad (1-x)^2 = 9x^2$$

$$\textcircled{1} 8x^2 + 2x - 1 = 0 \quad (4x-1)(2x+1) = 0 \quad \therefore x = \frac{1}{4}, \quad -\frac{1}{2} [m] \quad x \geq 0 \quad \therefore x = 0.25 [m] \quad \therefore 2$$

$$\textcircled{2} (3x)^2 - (1-x)^2 = (3x+1-x)(3x-1+x) = (2x+1)(4x-1) = 0, \text{以下}\textcircled{1}\text{と同じ。}$$

$$\textcircled{3} \sqrt{(1-x)^2} = \sqrt{9x^2} \quad 1-x = 3x \quad 4x = 1 \quad \therefore x = \frac{1}{4} = 0.25 [m] \quad \therefore 2$$

$$\textcircled{4} x = \frac{-2 \pm \sqrt{4 - (4 \cdot 8 \cdot (-1))}}{2 \cdot 8} = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 32}}{16} = \frac{-2 \pm \sqrt{36}}{16} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4} = 0.25, -\frac{8}{16} \quad x \geq 0 \quad \therefore x = 0.25$$

コラム1. 2次方程式の解法

展開: [前ページ①②の因数分解スキルアップ](#) / 中2で履修

練習問題1 $y = ax^2 + bx + c$ を因数分解せよ。

$$y = ax^2 + bx + c = (px + q)(rx + s)$$

$$= prx^2 + (ps + qr)x + qs = 0 \quad \text{とおく}$$

p	q	$r * q$
*	*	
r	s	$p * s \quad (+$

a	c	$p * s + r * q = b$

a は 2 次の係数

c は定数

b は 1 次の係数

a, b, c が成立するとき

$y = ax^2 + bx + c = (px + q)(rx + s)$ に因数分解。
では以下の練習問題で具体的に数字で練習します。

練習問題2 $y = 8x^2 + 2x - 1$ を因数分解せよ。

4	-1	$2 * (-1) = -2$
*	*	
2	1	$4 * 1 = 4 \quad (+$

8	-1	$-2 + 4 = 2$

$$\therefore (4x - 1)(2x + 1) = 0$$

練習問題3 $y = 35x^2 + 94x + 63$ を因数分解せよ。

7	9	$5 * 9 = 45$
*	*	
5	7	$7 * 7 = 49 \quad (+$

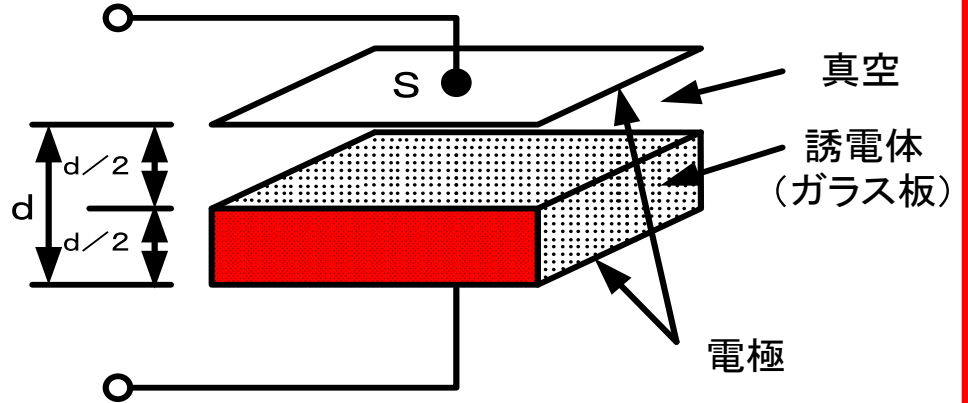
35	63	94

$$\therefore (7x + 9)(5x + 7) = 0$$

問題 2 1アマ/H18/8月/A-1

図に示す、真空中に置かれた二つの平行板電極間に、電極間隔の1/2の厚さの誘電体（ガラス板）を入れた時の静電容量の値として、最も近いものを下の番号から選べ。但し、電極の面積： $S=20$ [cm²]、電極間の距離： $d=4$ [mm]、誘電体の比誘電率： $\epsilon_r=5$ 及び真空の誘電率： $\epsilon_0=8.855 \times 10^{-12}$ [F/m] とする。

- 1 4.4 [PF]
- 2 7.4 [PF]
- 3 30.2 [PF]
- 4 1.5 [μ F]
- 5 3 [μ F]



問題2 解答 2

導入： まず真空の静電容量 C_1 を求める。

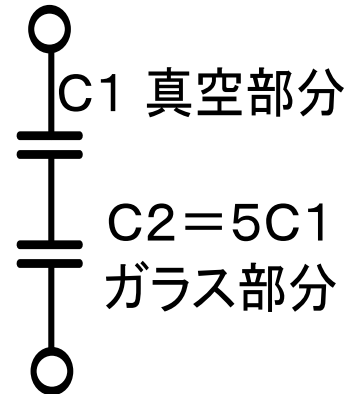
ガラス板が入ると C_2 容量は ϵ_r 倍の5倍となる。∴ $C_2 = 5 C_1$

∵ $C \propto \epsilon_r$

展開： 合成静電容量 C_0 は C_1 と C_2 の直列接続となる。

抵抗の並列接続の時の計算で求める。

詳細は新上級ハムになる本 P33 1-10 式参照



解答

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 A}{t} = \frac{8.855 \times 10^{-12} \times 20 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}} = 8.855 \times 10^{-12} = 8.855 [PF]$$

$$\therefore C_2 = 5C_1 = 5 \times 8.855 = 44.3 [PF]$$

$$\therefore C_0 = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{C_1 * C_2}{C_1 + C_2} = \frac{8.855 * 44.3}{8.855 + 44.3} = \frac{392.3}{53.155} = 7.38 [PF] \quad \therefore 2$$

最後の計算を暗算するには $C_0 \doteq 400 / 50 = 8 [PF]$
 分母を小さく、分子を大きく丸めたので8以下かつ4迄は行かない。
 ∴ 2 直列時の合成容量は小さい方で決まる。 C_2 が $44 [PF]$
 もあるのに、あえて $7 [PF]$ にした理由は耐圧を上げたいから。
 容量は減少したが、電極間距離が長くなったので耐圧が上昇した。

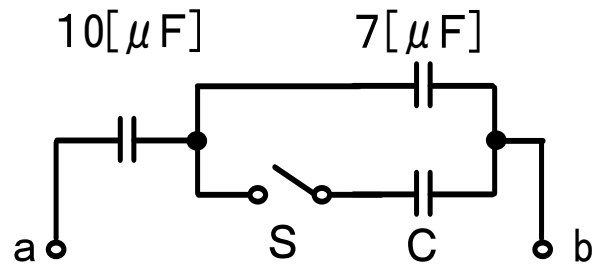
$$\begin{array}{r} 8.9 \\ * 44 \\ \hline 356 \\ 356 \\ \hline 391.6 \end{array}$$

リニヤンプ用の耐圧の高いコンデンサーを得るために電極間距離を長く取りたい。

問題 3 2アマ/H20/8月/A-2

図に示す回路において、スイッチSを閉じてコンデンサCを接続したところ、端子a, b間の合成静電容量が6 [μF] になった。接続したCの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 3 [μF]
- 2 5 [μF]
- 3 8 [μF]
- 4 10 [μF]
- 5 13 [μF]



問題 3 解答

導入： 7とC [μF] の並列合成静電容量(7+C)に10 [μF] が直列に入っている。
詳細は新上級ハムになる本 P35 図1-11 の合成静電容量を求める式の下から9行目式参照。 展開： 機械的な計算を間違わないように。

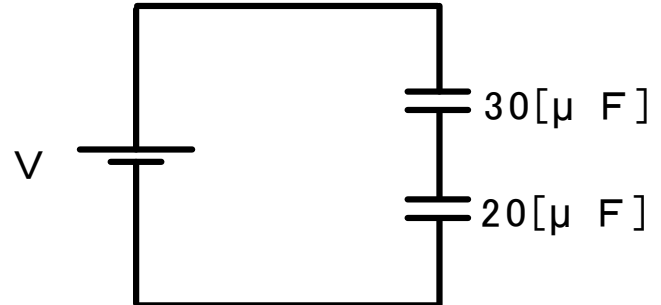
解答

$$6 = \frac{10(7 + C)}{10 + (7 + C)} = \frac{10C + 70}{C + 17} \quad \therefore 6C + 102 = 10C + 70$$
$$4C = 32 \quad \therefore C = \frac{32}{4} = 8[\mu F] \quad \therefore 3$$

問題 4 2アマ/H21/12月/A-1

図に示すように耐圧50[V]で静電容量30[μF]のコンデンサと、耐圧150[V]で静電容量20[μF]のコンデンサを直列に接続したとき、合成静電容量Cの値及び両端に加えることのできる最大電圧Vの値として、正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、各コンデンサは、接続前に電荷は蓄えられていないものとする

	C	V
1	12 [μF]	50 [V]
2	12 [μF]	100 [V]
3	12 [μF]	125 [V]
4	50 [μF]	50 [V]
5	50 [μF]	100 [V]



問題4 解答 3

導入： 直列合成静電容量を求める。

展開： $Q=CV$ $V=Q/C$ $V \propto 1/C$ から容量の小さい方に高い電圧が加わる。

つまり容量に反比例した電圧がかかる。

$\therefore V = K * 1 / C$ Kは比例定数

詳細は新上級ハムになる本 P33 1-11式参照

解答

合成静電容量 $C = (30 \times 20) / (30 + 20) = 600 / 50 = 12 [\mu F]$

耐圧の高い20[μF]に150[V]が加わった時、30[μF]に加わる電圧

$E_{30} = 150 * 1 / (30 / 20) = (150 * 20) / 30 = 100 [V] \gg 50 [V]$ だからパンクする。

この組み合わせは不可。

耐圧の低い30[μF]に50[V]が加わった時に、20[μF]に加わる電圧

$E_{20} = 50 * 1 / (20 / 30) = (50 * 30) / 20 = 1500 / 20 = 75 [V] \ll 150 [V]$ だからパンクしない。

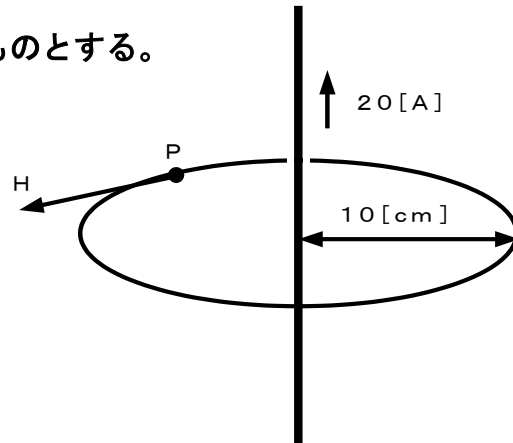
$\therefore E_{max} = 50 + 75 = 125 [V] \therefore 3$

問題 5 2アマ/H18/12月/A-1

図に示す無限長の直線導体から10 cm離れた円周上のP点における磁界の強さHの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、導体には20 Aの直流電流が流れているものとする。

- 1 95.4 [A/m]
- 2 63.6 [A/m]
- 3 31.8 [A/m]
- 4 6.3 [A/m]
- 5 3.1 [A/m]



問題5 解答 3

導入： 起磁力 $NI = \text{全長 } L * \text{磁界の強さ } H$

展開： $NI = 2\pi rH$ よりHを求める。

ビオサバルの法則を積分した形がアンペアの周回積分の法則として導かれる。

解答

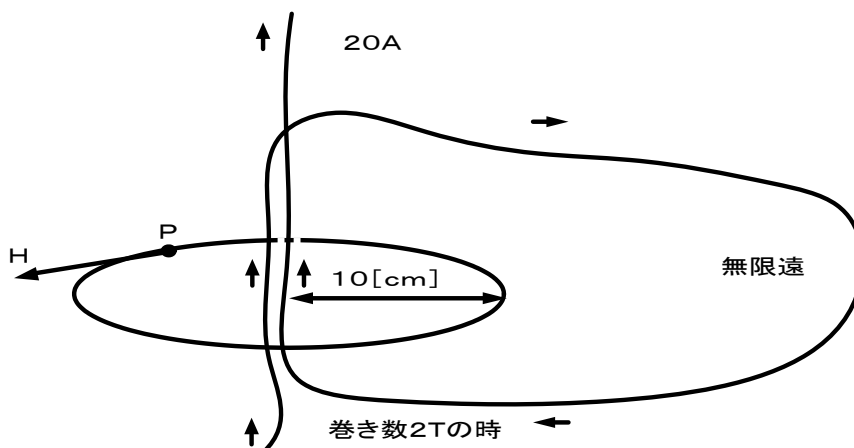
巻き数Nは円周を通過する導体の巻き数=1ターン

上級ハムになる本 P40 の 1-24 式参照

暗算による解法： $1/\pi = 0.318$ を覚えていれば計算が断然速い。

$$NI = Hl = 2\pi rH$$

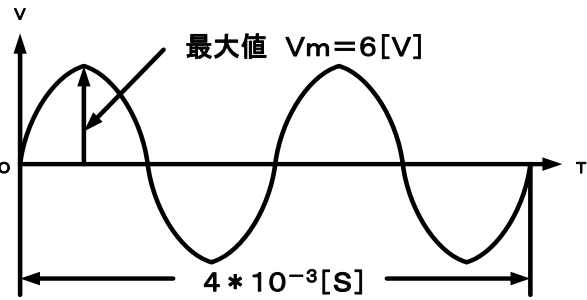
$$\therefore H = \frac{NI}{2\pi r} = \frac{1 * 20}{2\pi * 0.1} = 3.18 * 10^1 = 31.8 [A/m] \quad \therefore 3$$



問題 6 1アマ/H16/12月/A-5

図に示す正弦波交流において、実効値 V_{ef} 、平均値（絶対値の平均） V_{av} 、及び繰り返し周波数 f の値の最も近い組み合わせを下の番号から選べ。

	V_{ef}	V_{av}	f
1	3.8 [V]	2.2 [V]	125 [Hz]
2	3.8 [V]	3.0 [V]	250 [Hz]
3	4.2 [V]	3.0 [V]	250 [Hz]
4	4.2 [V]	3.8 [V]	500 [Hz]
5	4.8 [V]	4.2 [V]	500 [Hz]



問題6 解答 4

詳細は新上級ハムになる本 P66 参照

展開： 機械的な計算を間違わないように。

暗算による解法 $1/\sqrt{2} = 0.707$ 、

$2/\pi = 0.637$ を覚えていれば計算が断然速い。

解答

実効値

$$V_{ef} = \text{最大値} / \sqrt{2} = 6 * 0.707 = 4.2 [V]$$

平均値

$$V_{ab} = \text{最大値} * 2 / \pi = 6 * 0.637 = 3.822 [V]$$

平均値の別解

P14の表から最大値100 [V] を全波整流したときの平均値は64 [V] だから、6 [V] では $64 * 6 / 100 = 3.84 [V]$

周波数

$$f = 1 / 1 \text{ サイクルの時間} = 1 / (0.004 / 2) = 2000 / 4 = 500 [Hz]$$

暗算による解法 1サイクルが2[mSec]だから $1 / 2 [kHz] = 0.5 [kHz] = 500 [Hz]$

$$V_{ef} = \frac{6}{\sqrt{2}} = 4.24 (V) \quad V_{ab} = \frac{2}{\pi} * 6 = 3.82 (V)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{4 * 10^{-3}}{2}} = 500 (Hz) \quad \therefore 4$$

コラム2 : sinカーブの面積の計算方法

平均値の計算では面積を求める必要があります。関数値が分かっているならば積分を使えば簡単。

半径1（電気では最大値1と考える）の円が描く、

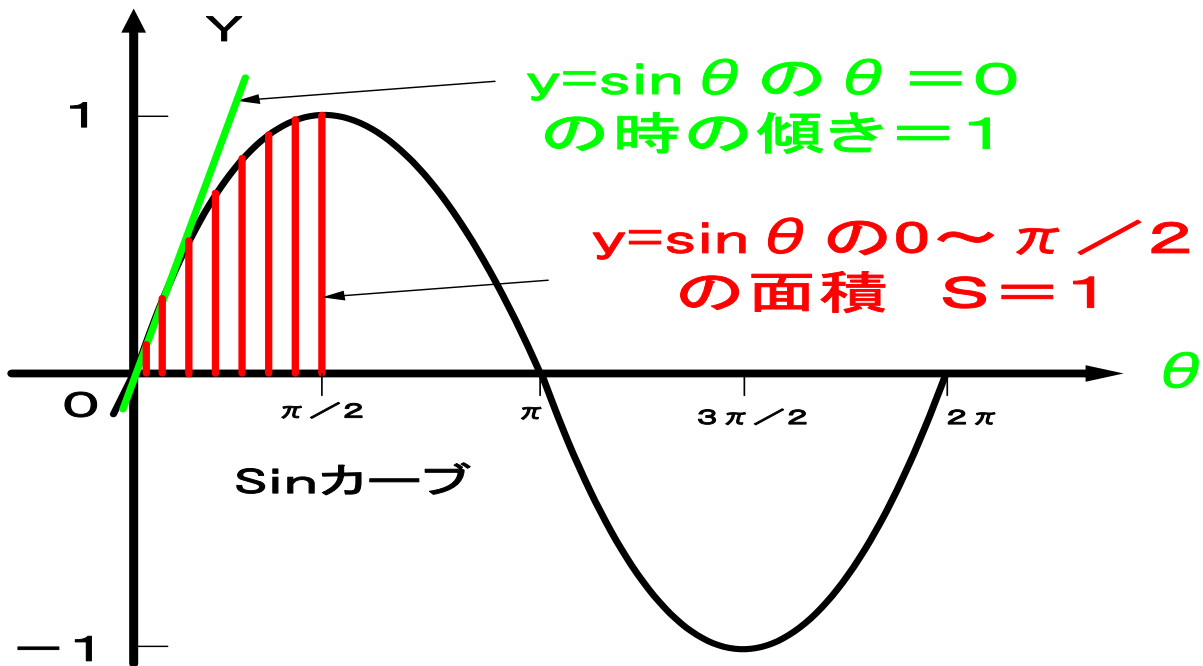
sinカーブの0～ $\pi/2$ （rad）（90度）の面積は最大値1と同じ値の1です。

非常に簡単な結果ですので覚えておくと便利です。公式を忘れた時に式を作れます。

平均値を出す時は面積を求めて時間軸（横軸）で割れば答えが出ます。

角度の単位はradを使います。度は電気では使いません。

0クロス時(0度)の傾きd/dxは1。



$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin x dx = [-\cos \theta]_0^{\frac{\pi}{2}} = [-0 - (-1)] = 1$$

$$\frac{d}{dx} \sin x dx = 1 \quad (x \text{ が } 0 \text{ の時})$$

コラム3: 実効値の定義

実効値 (じっこうち, effective value, root mean square value, *RMS*) は、交流電圧又は電流の値の表現方法の一種である。交流電圧を抵抗負荷に印加した場合に、ある電圧の直流を印加した場合とで平均電力が等しくなるときにこの交流は直流の印加電圧と同じ値の実効値をもつと定義される。交流電力の計算に使用される電圧・電流は普通は実効値で表される。

電気抵抗成分を R (Ω)、加える電圧の瞬時値を $v(t)$ (V)、最大値を V_m (V)、実効値を V_e (V)、平均値を V_{av} (V)、流れる電流の瞬時値を $i(t)$ (A)、最大値を I_m (A)、実効値を I_e (A)、平均値を I_{av} (A)、有効電力の瞬時値を $P(t)$ (W)、平均値を P_R (W)、交流の角速度(角振動数または角周波数)を $\omega = 2\pi f$ (rad/s)、周期を T とする。

正弦波交流の最大値との関係

有効電力の平均値は、電流と電圧の積の平均であるから電気抵抗と電流を使うと次のようになる。

$$i(t) = I_m \sin \omega t$$
$$v(t) = R I_m \sin \omega t$$

$$P(t) = R i(t)^2 = R I_m^2 \sin^2 \omega t = R I_m^2 \frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega t)$$

周期関数であるので、1周期にわたって積分し周期 T で割り平均電力を求める。(ここで瞬時値の2乗の和 square を求め1周期の平均 mean を求めている。)

$$P_R = \frac{1}{T} \int_0^T R I_m^2 \frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega t) dt = \frac{R I_m^2}{2T} \left[t - \frac{1}{2\omega} \sin 2\omega t \right]_0^T = \frac{R I_m^2}{2} = R \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2$$

第二項は、 $\omega T = 2\pi$ であるので、積分すると0となるので次のようになる。

ここで[]内はT

$$P_R = R \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2 = R \left(\frac{V_m}{R \sqrt{2}} \right)^2$$

また、電圧で表すと次のようになる。ただし、 $V_m = R I_m$ とする。

$$P_R = \frac{1}{R} \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right)^2$$

よって、実効値と最大値の関係は次のようになる。

$$V_e = V_m / \sqrt{2}$$
$$I_e = I_m / \sqrt{2}$$

また、最大値/実効値を波高率という。 $\text{波高率} = \frac{I_m}{\frac{I_m}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} = 1.414$

2乗しているの単位は[電流²]となるので√で開くと[電流]の単位となる。

別の表現では抵抗 * 電流 * 電流が電力であるから

$= (\sqrt{[\text{瞬時値の2乗の和の平均値 mean square}]})^2 = \text{電流の実効値 root mean square value, RMS } (I_m^2 / 2) = (\sqrt{I_m^2 / 2})^2 = (I_m / \sqrt{2})^2$

別の言い方では[電流²]の相乗平均を求めていると言えます。

正弦波交流の平均値との関係

電流と電圧の平均は、周期関数であるので、半周期にわたって積分し半周期 $T/2$ で割り平均を求める。

$$V_{av} = \frac{1}{\frac{T}{2}} \int_0^{\frac{T}{2}} V_m \sin \omega t dt = \frac{2V_m}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} \sin \omega t dt = \frac{2V_m}{\omega T} [-\cos \omega t]_0^{\frac{T}{2}} = \frac{2V_m}{\pi}$$

$\omega T/2 = \pi$ であるので、次のようになる。

$$V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}V_e}{\pi}$$

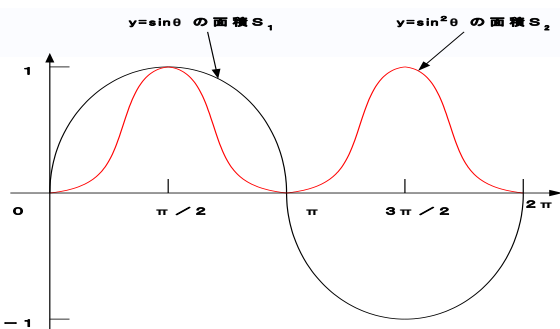
また、電流は次のようになる。

$$I_{av} = \frac{2I_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}I_e}{\pi}$$

$$\text{波形率} = \frac{\frac{I_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2I_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$$

また、実効値/平均値を波形率という。

コラム4：最大値1の時の $\sin \theta$ と $\sin^2 \theta$ の1周期の面積



	$y = \sin \theta$ が書く面積 S_1	$y = \sin^2 \theta$ が書く面積 S_2
0 - $\pi/2$ の面積	1	$\pi/4$
0 - 2π の面積	4	π

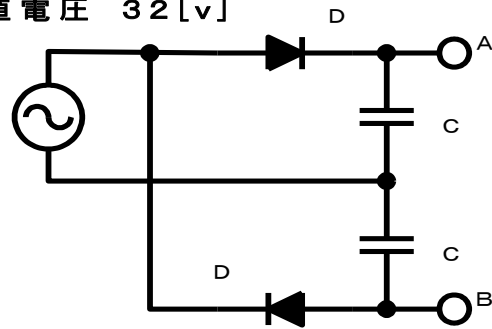
$$S_1 = 2 * \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta = 2[-\cos \theta]_0^{\pi} = 2 * (-(-1) - (-1)) = 4$$

$$S_2 = \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta d\theta = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2}(1 - \cos 2\theta) d\theta = \frac{1}{2}[\theta]_0^{2\pi} = \frac{1}{2} * 2\pi = \pi$$

問題 7 1アマ/H15/4月/A-18

図に示す整流回路における端子A B間の電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。
ただし、電源は実効値電圧32 [V] の正弦波交流とし、またダイオードDの順方向の抵抗は零、
逆方向の抵抗は無限大とする。

実効値電圧 32 [v]



- 1 32 [V]
- 2 45 [V]
- 3 64 [V]
- 4 90 [V]
- 5 128 [V]

問題7 解答 4 導入： 単相全波倍電圧整流回路なのでピーク電圧の2倍となる。詳細は新上級ハムになる本 P243 図7-7 (b)参照

解答 暗算は $32\sqrt{2} * 2 = 64\sqrt{2} = 64 (1 + 0.414)$
 $= 64 + (64 * 0.4) = 64 + 25.6 = 89.6 \approx 90 [V]$

64
* 1.4
256
64
89.6

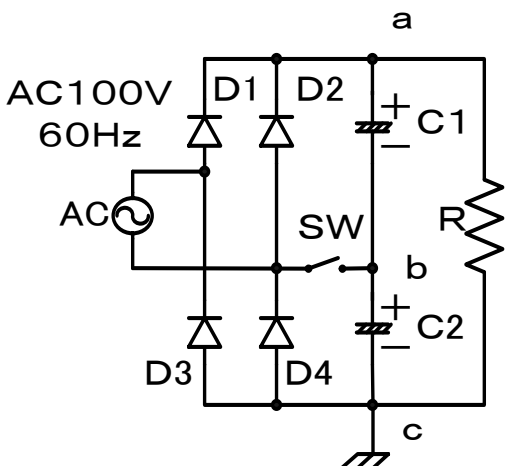
$E_{ab} = \text{ピーク充電電圧} * 2$

$= (32\sqrt{2}) * 2 = 64\sqrt{2} = 90.5 \approx 90 [V] \therefore 4$

コラム5：単相全波倍電圧整流回路

SW	電源の仕様	使用Di	整流方式	出力電圧 [V]
ON	日本向けの AC100 [V] 入力用	D1, D3	単相全波倍電圧 整流	約DC282 [V] 国内向け専用仕様には SWは無い。
OFF	ヨーロッパ向けの AC230 [V] 入力用	D1, D2, D3, D4	単相全波整流	

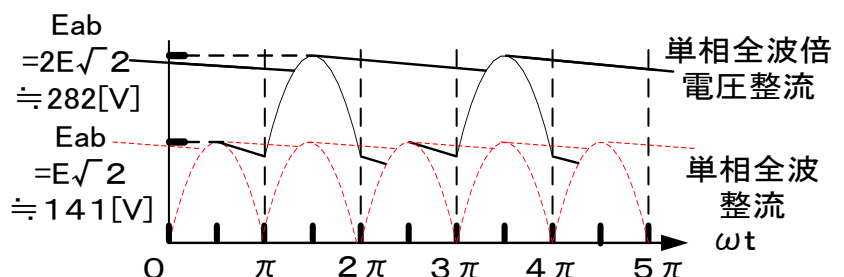
身近な例として、デスクトップパソコンの電源はAC100, 230 [V] 共用なのでSWで日本とヨーロッパ向けを切り替えている。



AC 100Vを倍電圧整流した時の波形

SW OFF 単相全波 $\approx 141 [V]$

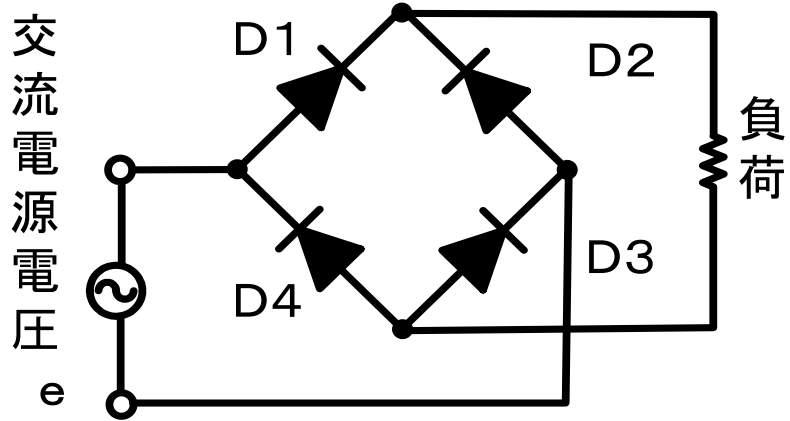
SW ON 単相全波倍電圧 $\approx 282 [V]$



問題 8 2アマ/H16/12月/A-19

図に示す整流回路において、交流電源電圧 e が実効値 30 [V] の正弦波電圧であるとき、負荷にかかる脈動電圧の平均値として、最も近いものを下の番号から選べ。
ただし、D1 から D4 までのダイオード特性は理想的なものとする。

- 1 21 [V]
- 2 27 [V]
- 3 30 [V]
- 4 42 [V]
- 5 60 [V]



問題 8 解答 2

導入： 全波整流の時の平均値は最大値に $2/\pi$ をかける。
半波整流の時の平均値は最大値に $1/\pi$ をかける。
半波は全波の半分と覚える。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

$$\begin{array}{r}
 42 \\
 * 0.64 \\
 \hline
 168 \\
 252 \\
 \hline
 2688
 \end{array}$$

解答

① 暗算による解法 $2/\pi = 0.637$ を覚えていれば計算が断然速い。

$E_{ab} = 30\sqrt{2} * 2/\pi = 42 * 0.637 = 26.754 \approx 27$ [V]
とかけ算で済ませると解が断然速い。 $30\sqrt{2}$ が 42 となるのは暗算。

② 次ページの表から実効値 100 で全波が 90V だから、比例計算で
 $90 * (30/100) = 2700/100 = 27$ [V]

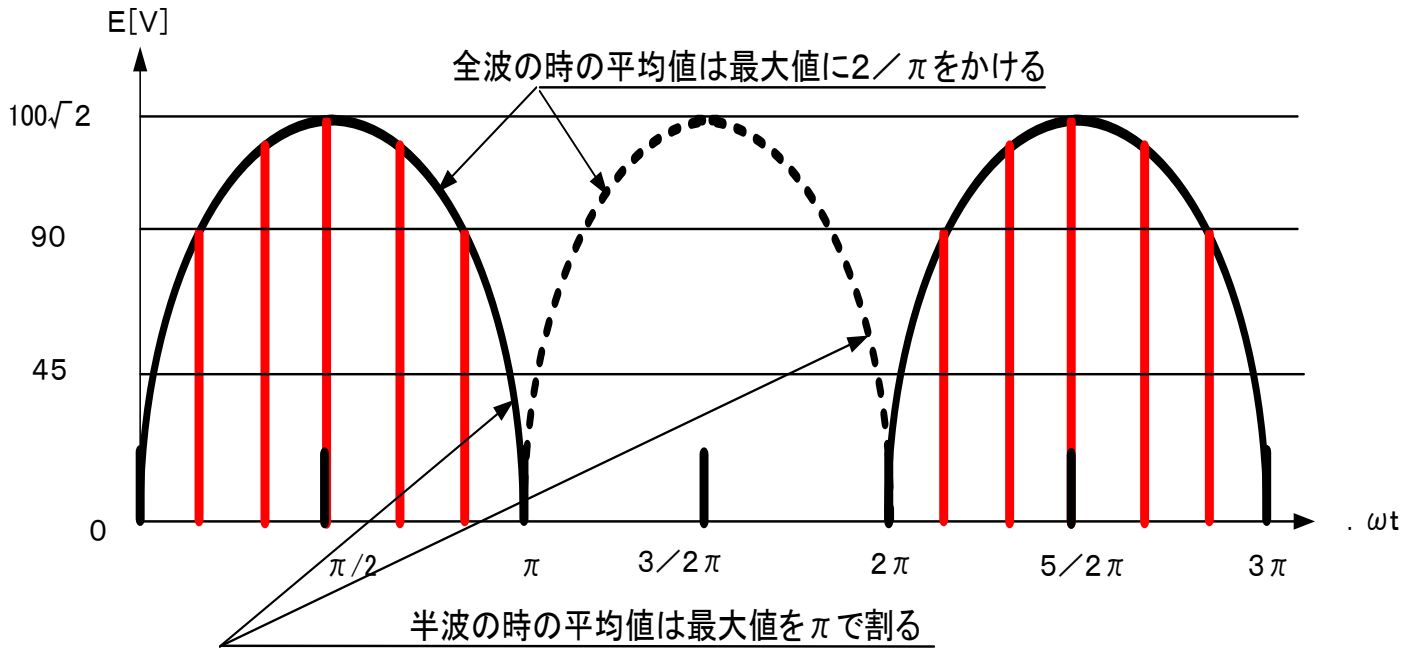
$$E_{ab} = \frac{1}{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} 2 e dt = \frac{\frac{1}{4} \text{周期の電圧の面積}}{\text{横軸 } \frac{\pi}{2} [\text{rad}] \text{ で割る}} = \frac{30\sqrt{2}}{\frac{\pi}{2}} = \frac{2 * 30\sqrt{2}}{\pi} = 27 [\text{V}] \quad \therefore 2$$

又は一気に

$$E_{ab} = \frac{2}{\pi} * 30\sqrt{2} = \frac{60\sqrt{2}}{\pi} = 27 [\text{V}] \quad \therefore 2$$

コラム6：第1表 各種整流回路出力電圧一覧表

	最大値表示の時	最大値100V を整流した時の 出力電圧 [V]	実効値表示の時 $E_{max} = E_{rms} \sqrt{2}$	実効値100V を整流した時の 出力電圧 [V]
半波 整流 回路	$E_{max} * \frac{1}{\pi} = 0.32 E_{max}$	32	$E_{rms} \sqrt{2} * \frac{1}{\pi}$ $= \frac{\sqrt{2}}{\pi} E_{rms} = 0.45 E_{rms}$	45 $= 32 \sqrt{2}$
全波 整流 回路	$E_{max} * \frac{2}{\pi} = 0.64 E_{max}$	64	$E_{rms} \sqrt{2} * \frac{2}{\pi}$ $= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E_{rms} = 0.90 E_{rms}$	90 $= 64 \sqrt{2}$



計算の苦手な方はこういう覚え方もある。

この表の使い方

出力電圧は電圧に比例する。100Vが基準電圧だから

最大値10Vの半波整流回路の出力電圧は $32 * 10 / 100 = 3.2 [V]$

最大値20Vの全波整流回路の出力電圧は $64 * 20 / 100 = 12.8 [V]$

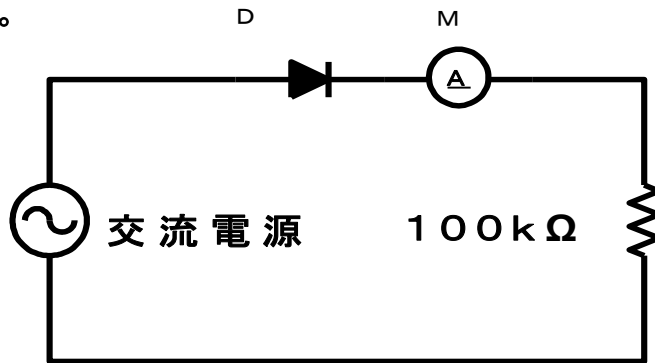
実効値30Vの半波整流回路の出力電圧は $45 * 30 / 100 = 13.5 [V]$

実効値40Vの全波整流回路の出力電圧は $90 * 40 / 100 = 36.0 [V]$

問題 9 1アマ/H15/4月/A-24

図に示す単相半波整流回路において、交流電源電圧の波形が正弦波でその実効値が100 [V] のとき、可動コイル形電流計Mの指示値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、Mの内部抵抗及びダイオードDの順方向抵抗の値は零であり、Dの逆方向抵抗の値は無限大とする。

- 1 0.45 [mA]
- 2 0.7 [mA]
- 3 0.9 [mA]
- 4 1.0 [mA]
- 5 1.4 [mA]



問題9 解答 1

導入： 可動コイル形計器なので平均値を指示する。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

もし、可動鉄片形の時実効値を示すので注意。

解答 ①電流の最大値が $100\sqrt{2}/100 = \sqrt{2}$ [mA] なので

$0 \sim \pi/2$ 間の面積は $\sqrt{2}$ 。

$\pi/2 \sim \pi$ 間も同じなので2倍する。 $\therefore 2\sqrt{2}$

求めた面積を1周期の 2π で割ると平均値が得られる。

$\therefore 2\sqrt{2}/2\pi = \sqrt{2}/\pi = 0.45$

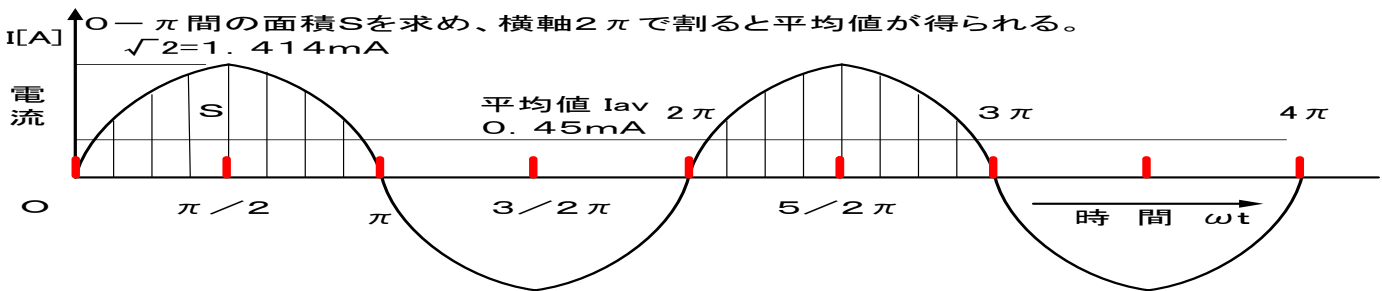
$\sqrt{2}/\pi = 0.45$ を覚えていれば計算が断然速い。P104 参照

②半波整流の時の平均値は最大値に $1/\pi$ をかける。

$\sqrt{2} * (1/\pi) = \sqrt{2}/\pi = 1.41 * 0.318 = 0.448 \doteq 0.45$ [mA]

詳細は新上級ハムになる本 P241 参照

$$\begin{array}{r} 1.4 \\ * 0.32 \\ \hline 28 \\ 42 \\ \hline 0.448 \end{array}$$



$$I_{max} = \frac{100\sqrt{2}}{100} = \sqrt{2} [mA]$$

$$I_{av} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} i dt = \frac{2 * \sqrt{2}}{2\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} = 0.45 [mA] \quad \therefore 1$$

又は一気に

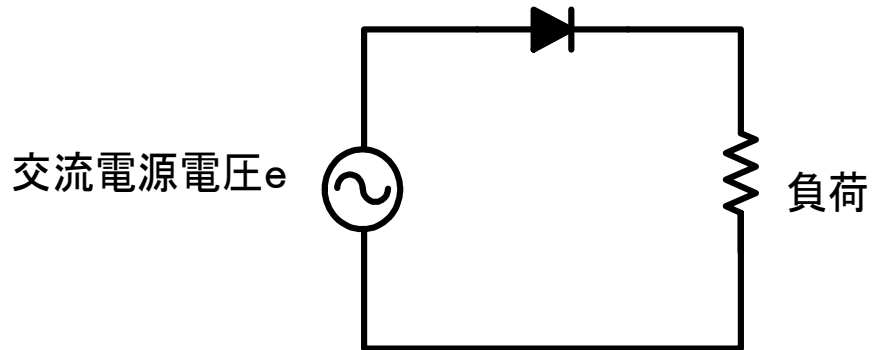
$$I_{av} = \frac{1 * \sqrt{2}}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} = 0.45 [mA] \quad \therefore 1$$

問題 10 2アマ/H16/8月/A-20

図に示す単相半波整流回路において、交流電源電圧 e の実効値が 20 [V] の正弦波電圧である時、負荷にかかる脈動電圧の平均値として、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、ダイオードの特性は理想的なものとする。

- 1 7 [V]
- 2 9 [V]
- 3 14 [V]
- 4 20 [V]
- 5 28 [V]



問題10 解答 2

導入： 最大値 = $20\sqrt{2}$ [V] $0 \sim \pi$ 間の面積 = $2 * 20\sqrt{2}$ 面積を1周期の 2π [rad] で割れば平均値が与えられる。 $\therefore 2 * 20\sqrt{2} / 2\pi = 20\sqrt{2} / \pi$
 \therefore 半波整流の時の平均値は最大値に $1/\pi$ をかける。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答 ① $E_{av} = 20\sqrt{2} * 1/\pi = 20 * 0.45 = 9$ [V]

$\sqrt{2}/\pi = 0.45$ を覚えていれば計算が断然速い。P104 参照

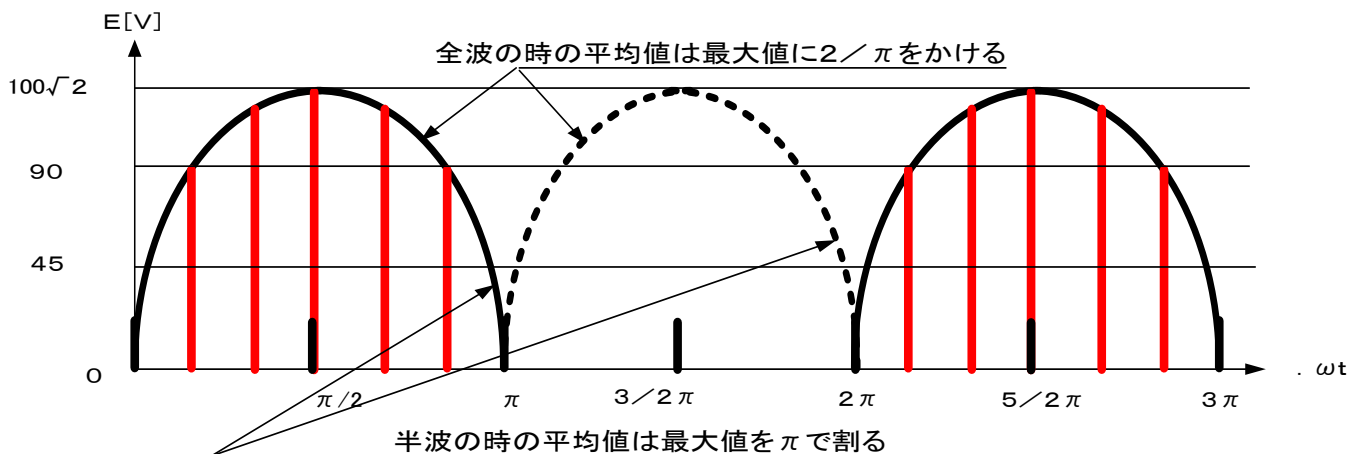
② $E_{av} = 20\sqrt{2} * 1/\pi = 20 * 1.414 * 0.318 = 9$ [V]

③ P14 の第1表から実効値100で半波が45Vだから、比例計算で $E_{av} = 45 * (20/100) = 45 * 1/5 = 9$ [V]

④ 積分計算

$$E_{av} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} e dt = \frac{2 * 20\sqrt{2}}{2\pi} = 9.0[V] \quad \therefore 2$$

又は一気に $E_{av} = \frac{1}{\pi} * 20\sqrt{2} = 9.0[V] \quad \therefore 2$



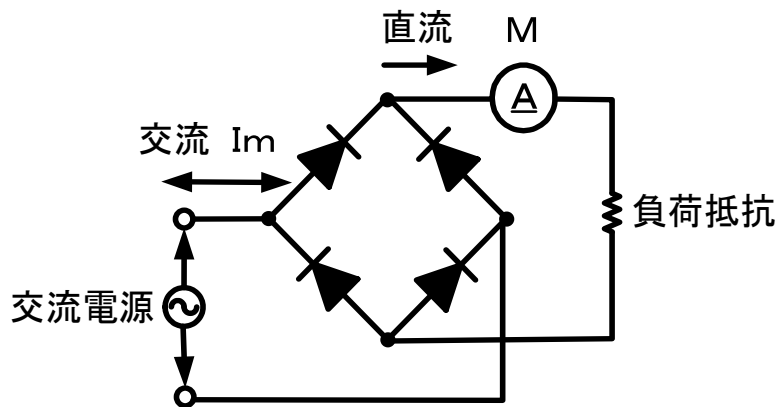
問題 1 1 1アマ/H15/12月/B-4

次の記述は、図に示す整流回路について述べたものです。

[] 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、ダイオードの順方向の値は零、逆方向抵抗の値は無限大とする。

- (1) この回路は交流電圧を4個のダイオードによって整流する、単相 [ア] 整流回路です。
- (2) 交流電源から流入する正弦波電流の最大値を I_m とすると、その実効値は [イ]、その平均値は [ウ] であり、この波形率は約 [エ] です。
- (3) 図のように接続された可動コイル形電流計Mの指示値が1 [mA] の時、 I_m の値は約 [オ] [mA] です。

- | | | | |
|---|-------------------|----|------------------------|
| 1 | 倍電圧 | 2 | 全波 |
| 3 | $\frac{I_m}{\pi}$ | 4 | $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ |
| 5 | $\frac{I_m}{2}$ | 6 | $\frac{2I_m}{\pi}$ |
| 7 | 0.7 | 8 | 1.11 |
| 9 | 1.41 | 10 | 1.57 |



問題 1 2 解答 詳細は新上級ハムになる本 P68 2-14式参照

解答

ア：2 → 単相 **全波** 整流回路。

イ：4 → 実効値 = $I_m / \sqrt{2}$

ウ：6 → $I_m * (2 / \pi)$ **全波整流の時の平均値は最大値に $2 / \pi$ をかける。**

エ：8 →

$$\text{エ / 波形率} = \frac{\text{実効値}}{\text{平均値}} = \frac{\frac{I_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2 I_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2 \sqrt{2}} = 1.11$$

オ / 10、可動コイル形計器は平均値表示形なので $1 = (2 / \pi) * I_m$

$$\therefore I_m = \pi / 2 * 1 = 1.57 \text{ [mA]}$$

又は $I_m = \text{実効値} * \sqrt{2} = (\text{波形率} * \text{平均値}) * \sqrt{2} = 1.11 * 1 * \sqrt{2} = 1.57 \text{ [mA]}$

∴ 波形率の式を変形して 実効値 = 波形率 * 平均値を代入

$\pi / 2 = 1.5708$ を覚えていれば計算が断然速い。P104参照

問題 12 1アマ/H15/8月/A-14

AM (A3) 送信機の出力端子において、変調をかけない時の搬送波電圧の振幅値 (最大値) が 80 [V] であった。単一の正弦波信号で変調をかけた時、変調波電圧の実効値が 60 [V] になったとすると、この変調波の変調度の値として最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 30 [%] 2 50 [%] 3 65 [%] 4 80 [%] 5 100 [%]

問題 13 解答 2

導入： 次のページに式の解説有り。

計算時実効値、最大値いずれかに統一すること。チャンポン駄目

展開： 機械的な計算を間違わないように。

$$60 = \frac{80}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} \quad 1 + \frac{M^2}{2} = \left(\frac{60 \sqrt{2}}{80} \right)^2 = \frac{9}{16} * 2 = \frac{9}{8}$$

$$\therefore M = \sqrt{2 \left(\frac{9}{8} - 1 \right)} = \sqrt{\frac{2}{8}} = \frac{1}{\sqrt{4}} = \frac{1}{2} = 0.5 \quad \therefore 2$$

E_c : 搬送波電圧 E_e : 変調波電圧とおく。

一発で変調度を求める式(この本) P 22 ⑫に代入すると計算が断然早いし間違いがない。

実効値、最大値どちらでもいいが、統一する必要があるので注意。

$$M = \sqrt{2 \left\{ \left(\frac{E_e}{E_c} \right)^2 - 1 \right\}} = \sqrt{2 \left\{ \left\{ \frac{60}{80 \frac{1}{\sqrt{2}}} \right\}^2 - 1 \right\}} = \sqrt{2 \left\{ \frac{9 * 2}{16} - 1 \right\}} = \sqrt{\frac{2 * 2}{16}} = \frac{1}{\sqrt{4}} = 0.5$$

コラム7. 振幅変調

1. 変調の種類

高周波電流を信号波によって変形することを変調といい、高周波電流の振幅を信号波により変動させる場合を振幅変調 (AM)、高周波電流の周波数を信号波によって変動させる場合を周波数変調

(FM)、高周波電流の位相を信号波によって変動させる場合を位相変調 (PM) といいます。

中波や短波の放送はAMを用いており、TVの放送は日本では映像送信にAM、音声送信にFMを用いています。

一般に高周波電流 i は

$$i = I_m \sin(\omega t + \phi) \quad \text{.....①}$$

と表します。信号波によってAMは振幅 I_m を変形させ、FMは周波数 f ($\omega = 2\pi f$ の f) を変動させ、PMは位相 ϕ を変動させます。

2. AMの理論

①式において位相 ϕ を無視し、ここでは高周波電流 i を

$$i = I_m \sin \omega t \quad \text{.....②}$$

とします。これを搬送波電流といいます ($\omega = 2\pi f$, f は搬送周波数)。

これを変調する信号は i_s を

$$i_s = I_s \sin pt \quad \text{.....③}$$

また、この③は更に高周波電流の周波数にしたがって時間と共に変化しますから、被変調波電流 (信号波で変調を受けた電流) i_o は次のように表します。

$$i_o = (I_m + I_s \sin pt) \sin \omega t \quad \text{.....④}$$

この i_o はさらに

$$i_o = I_m \left(1 + \frac{I_s}{I_m} \sin pt \right) \sin \omega t \quad \text{⑤}$$

と変形します。

ここで、 I_s / I_m を M とおき、これを変調度といい、その100分率を変調率といいます。

すなわち i_o はさらに、

$$i_o = I_m (1 + M \sin pt) \sin \omega t = I_m \sin \omega t + I_m M \sin \omega t \sin pt \quad \text{.....⑥}$$

となり、⑥式の第2項を、三角関数の積を和に変える公式

$$\sin A \sin B = \frac{1}{2} \cos(A - B) - \frac{1}{2} \cos(A + B)$$

を用いて変形すると⑥式は

$$i_o = I_m \sin \omega t + \frac{I_m M}{2} \cos(\omega t - pt) - \frac{I_m M}{2} \cos(\omega t + pt)$$

これに $\omega = 2\pi f$, $p = 2\pi f_s$ をいれると i_0 は

$$i_0 = I_m \sin 2\pi ft + \frac{I_m M}{2} \cos 2\pi (f - f_s)t - \frac{I_m M}{2} \cos 2\pi (f + f_s)t \quad (7)$$

となります。

ここで第1項 $I_m \sin 2\pi ft$ は搬送波そのものずばりであり、第2項は、その最大値は $I_m M / 2$ で、周波数は $f - f_s$ となり、これを下側波といいます。第3項は $I_m M / 2$ で、周波数は $f + f_s$ となり、これを上側波といいます。

⑦式を図に描いたものが第1図です。又、振幅の変化を示すと、第2図のようになります。

被変調波において I_s / I_m が1となる場合を完全変調といい、被変調波の振幅の最大値となるところでは、搬送波の振幅の2倍になり、その瞬間の電力は、搬送波電力の4倍になります。 $M > 1$ の場合を過変調といい、ひずみを発生します。

これまでの理論は便宜上、信号波電流を正弦波交流と考えてきましたが、複雑な波形（音声などのような）で変調すると、第3図のように多くの側波を生じ、これを側波帯といいます。

又、第2図の被変調波において

$$I_s / I_m * 100 [\%]$$

で表したものが変調率です。

第1図において被変調波は振幅 I_m の搬送波、振幅がそれぞれ $I_m M / 2$ の上側波、下側波の3つの成分から出来ています。その平均電力は次のように計算します。 I_m の実効値を I [A]、被変調波電流が流れる抵抗を R [Ω] とすれば

$$\begin{aligned} \text{搬送波電力} & \quad I^2 R \equiv P \\ \text{上側波電力} & \quad \left(\frac{IM}{2}\right)^2 R = \frac{I^2 M^2 R}{4} = \frac{M^2}{4} P \\ \text{下側波電力} & \quad \left(\frac{IM}{2}\right)^2 R = \frac{I^2 M^2 R}{4} = \frac{M^2}{4} P \end{aligned}$$

すなわち、被変調波の平均電力 P_m はこれらの和になります。

$$P_m = I^2 R + \frac{I^2 M^2 R}{4} + \frac{I^2 M^2 R}{4} = I^2 R \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) \quad (8)$$

ここで、搬送波電力を $I^2 R = P_c$ [W] とすれば P_m [W] は

$$P_m = P_c \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) [W] \quad (9)$$

となります。⑨式は大変重要な式ですから、よく覚えておいて下さい。この式から次のように色々な形の式を作ることが出来ます。

(1) 被変調波電流の実効値を I_e とすると、 $P_m = I_e^2 R$ より次の式が出来ます。

$$I_e^2 R = I^2 R \left(1 + \frac{M^2}{2}\right)$$

$$\therefore I_e = I \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} \quad \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

(2) 被変調波電圧の実効値を E_e , 搬送波電圧の実効値を E とし、これを負荷抵抗 R に加えると、 $P_m = E_e^2 / R$ となり、 $P_c = E^2 / R$ を式に代入すると

$$\frac{E_e^2}{R} = \frac{E^2}{R} \left(1 + \frac{M^2}{2}\right)$$

$$\therefore E_e = E \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} \quad \dots\dots\dots \textcircled{11}$$

覚え方／電力の計算には√がかからないが、電圧、電流の計算には√がかかる。

第0章 コラムの目次

1. 2次方程式の解法	*****	3
2. sinカーブの面積の計算方法	*****	9
3. 実効値の定義	*****	10
4. 最大値1の時のsinθとsin ² θの1周期の面積	*****	11
5. 単相全波倍電圧整流回路	*****	12
6. 第1表 各種整流回路出力電圧一覧表	*****	14
7. 振幅変調	*****	19
8. よく使う2乗の計算	*****	25
9. 循環小数の計算	*****	27
10. 度・角度の由来	*****	32
11. ブール代数の主な公式	*****	67
12. 各種波形の実効値、平均値、波形率、波高値	*****	67
13. 13. dBi 表記の解説	*****	99

例題 1

変調をかけない時の電力（搬送波電力）が50 [W] のAM送信機において、変調率が80 [%] の変調（信号波は正弦波とする）をかけると、被変調波の平均電力はいくらになるか。計算式を示して求めよ。

$$P_m = P_c \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) = 50 \left(1 + \frac{0.8^2}{2}\right) = 50 * 1.32 = 66 [W]$$

例題 2

変調をかけない時の高周波電流の実効値が2 [A] の場合正弦波を用いて90 [%] の変調をかけると、被変調波電流の実効値はいくらになるか。計算式を示して求めよ。

$$I_e = 2 \sqrt{1 + \frac{0.9^2}{2}} = 2 \sqrt{\frac{2.81}{2}} = 2 \sqrt{1.405} = 2.37 [A]$$

* 1. 一方の電流又は電圧を最大値（又は振幅）で表し、他方の電流又は電圧を実効値で示すような出題であれば、最大値で表された値は $1/\sqrt{2}$ として実効値になおして計算すること。

* 2. 変調度により搬送波は次のように変化します。

変調度 M [%]	被変調波電流の実効値 I _e [A]	被変調波電圧の実効値 E _e [A]	被変調波電力の平均値 P _m [W]
0	1.00 I	1.00 E	1.00 P _c
20	1.01 I	1.01 E	1.02 P _c
40	1.08 I	1.08 E	1.08 P _c
50	1.06 I	1.06 E	1.13 P _c
60	1.09 I	1.09 E	1.18 P _c
80	1.15 I	1.15 E	1.32 P _c
100	1.22 I	1.22 E	1.50 P _c

I_c : 100 [%] 変調時の被変調波電流実効値 [A]

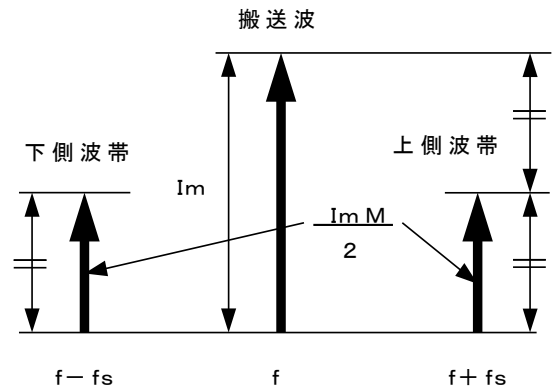
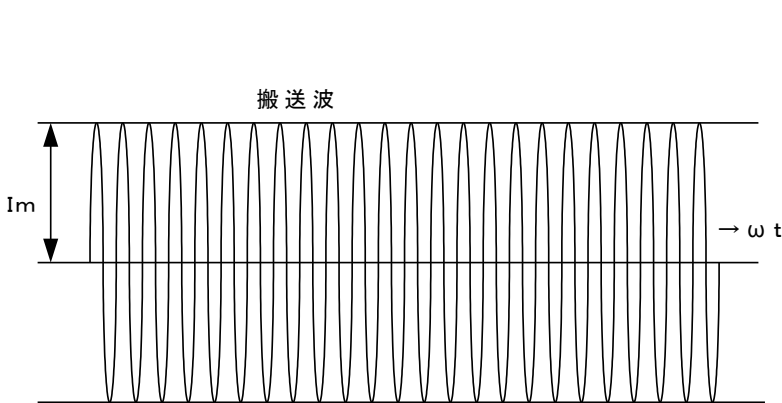
E_c : 100 [%] 変調時の被変調波電圧実効値 [V]

P_c : 100 [%] 変調時の被変調波電力平均値 [W]

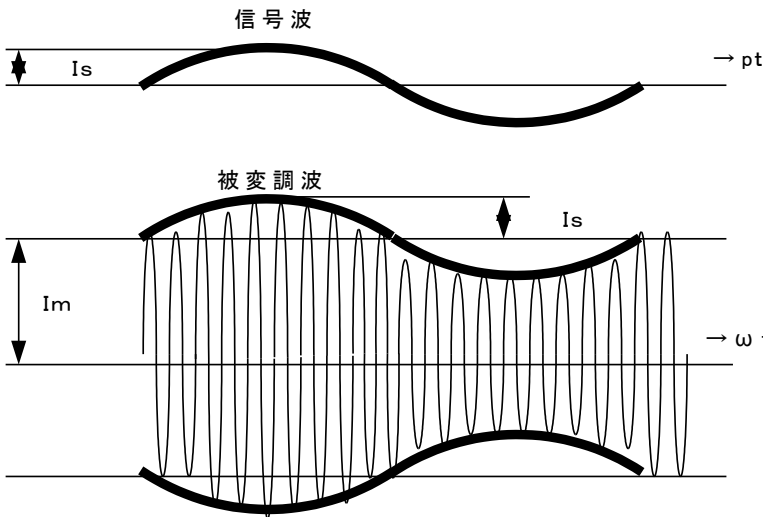
$$I_e = I_c \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} \quad E_e = E_c \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} \quad \therefore M = \sqrt{2 \left[\left(\frac{E_e}{E_c} \right)^2 - 1 \right]}$$

$$P_m = P_c \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) \quad \therefore M = \sqrt{2 \left(\frac{P_m}{P_c} - 1 \right)} \quad \dots\dots\dots \textcircled{12}$$

SSBは100%変調時 ($M=1$) の各側波帯電力は $1/4 P$ 。搬送波の $1/4$ 倍 (-6 dB) 逓減されたものが出力される。同時に搬送波が0となり電力が節約される。逆に搬送波最大までスイングすると4倍 ($+6 \text{ dB}$) 出力増加できる。

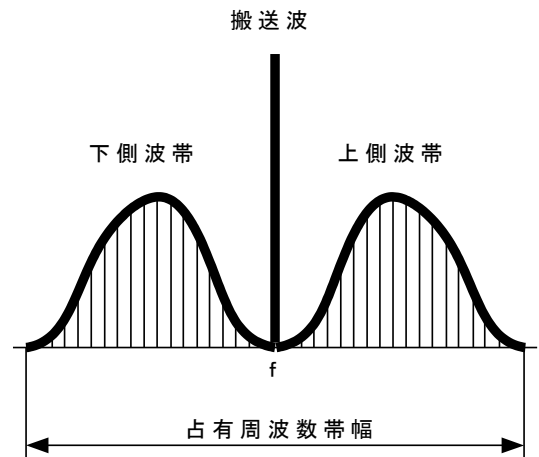


第1図 被変調波の各電流成分

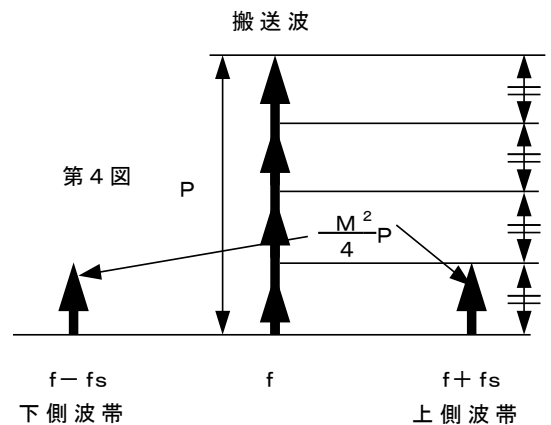


振幅変調波 (AM) の被変調波

第2図



第3図 側波帯と占有周波数帯幅



第4図 被変調波の各電力成分

問題 13 1アマ/H17/4月/A-14

AM (A3) 送信機出力端子において、変調をかけない時の搬送波電圧の振幅(最大値)が80 [V]であった。単一の正弦波信号で変調をかけた時、変調度が50 [%]になったとすると、このときの変調波の変調波電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 40 [V] 2 50 [V] 3 60 [V] 4 70 [V] 5 80 [V]

問題13 解答 3

導入： 前ページに式の解説有り。(この本)P21 ⑪式参照。

計算時実効値、最大値いずれかに統一すること。チャンポン駄目

展開： 機械的な計算を間違わないように。

$$\begin{aligned} E_e &= \frac{80}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \frac{0.5^2}{2}} = \frac{80}{\sqrt{2}} * \sqrt{\frac{2.25}{2}} \\ &= \frac{80 \sqrt{2.25}}{2} = 40 \sqrt{2.25} = 40 * 1.5 = 60.0[V] \quad \therefore 3 \end{aligned}$$

P96のインド数学から下2桁が25の時 $\sqrt{225} = 15^2$

$\therefore 40 * \sqrt{2.25} = 40 * 1.5 = 60 [V]$ と暗算で出す。これ常識。

1. インド数学による2桁のかけ算 * * * * * P96 参照

問題 14 1アマ/H14/12月/A-14

変調をかけない時の搬送波電力が70 [W] のAM (A3) 送信機において、単一正弦波で80 [%] の変調をかけた時、変調波出力の電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 81.2 [W] 2 92.4 [W] 3 98.0 [W]
 4 115 [W] 5 126 [W]

問題14 解答 2

導入： 前ページに式の解説有り。P22 ⑫式参照。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答

$$P_m = P_c \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) = 70 * \left(1 + \frac{0.8^2}{2}\right) = 70 * \frac{2 + 0.64}{2}$$

$$= 70 * \frac{2.64}{2} = 70 * 1.32 = 92.4[W] \quad \therefore 2$$

コラム8. よく使う2乗の計算： 10~20までは覚えていると解が断然早い

X	X ²	使用例
10	100	
11	121	
12	144	
13	169	
14	196	
15	225	
16	256	FF 1バイト CHR型 キャラクター型
17	289	
18	324	
19	361	
20	400	
256	65536	FFFF 2バイト INT型 インテジャー型

問題 15 1アマ/H15/12月/A-19

無変調時における送信電力(搬送波電力)が400 [W] のDSB (A3) 送信機が、特性インピーダンス50 [Ω] の同軸ケーブルでアンテナに接続されている。

この送信機の変調度を100 [%] にしたとき、同軸ケーブルに加わる電圧の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。

ただし、同軸ケーブルの両端は整合が取れているものとする。

- | | | | | | |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| 1 | 100 [V] | 2 | 141 [V] | 3 | 200 [V] |
| 4 | 282 [V] | 5 | 400 [V] | | |

問題15 解答 5

導入： 図のように電圧の尖頭値 E_{pp} はピーク電圧 A の2倍 $2A$ かかる。
 E は実効値なのでピーク値は $\sqrt{2}E$
次ページ参照。

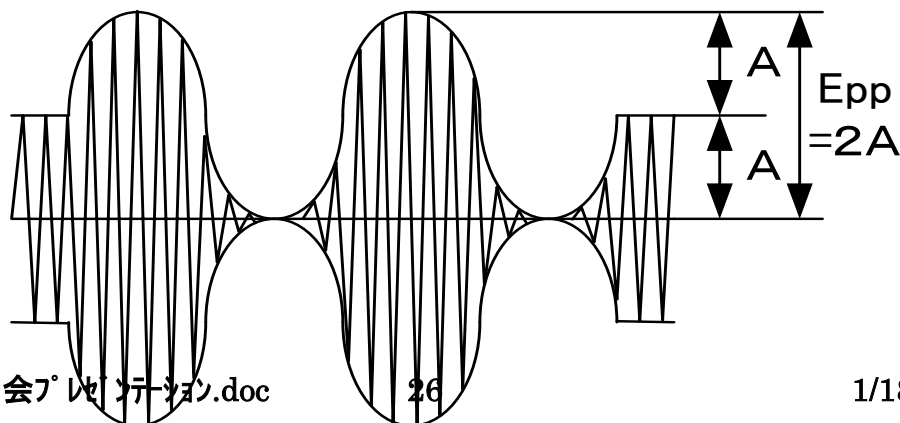
展開： 機械的な計算を間違わないように。

P99 オームの法則式参照。

解答

$$P = \frac{E^2}{R} \rightarrow E = \sqrt{PR}$$

$$\begin{aligned} \therefore E_{pp} &= 2 * \sqrt{2} * \sqrt{P * R} = 2 * \sqrt{2} * \sqrt{400 * 50} \\ &= 2 * \sqrt{40000} = 2 * 200 = 400 [V] \quad \therefore 5 \end{aligned}$$



参考

①無変調時における搬送波電力を P_c [W], 同軸ケーブルの特性インピーダンスを R [Ω], 同軸ケーブルに加わる電圧（実効値）を E [V] とすれば

$$P_c = E^2 / R$$

②この式に題意の数値を代入すれば

$$\therefore E = \sqrt{P_c * R} = \sqrt{400 * 50} = \sqrt{20000} = 141.4[V]$$

③送信機の変調度が100%の時、変調波の振幅（最大値） E_{max} は、図のように搬送波の振幅（最大値） A の2倍になります。又、同軸ケーブルに加わる電圧（ E ）141.4 [V] は実効値ですから、最大値で表示すると $A = 141.4\sqrt{2}$ [V] になります。

$$\therefore E_{max} = A * 2 = 141.4 * \sqrt{2} * 2 = 400 [v]$$

コラム9. 循環小数の計算

①純循環小数

同じ数字が繰り返し現れる小数を純循環小数と言う。

繰り返される数字の上にドットを付けて表す。

もし二つ以上の数字が繰り返し循環するときは両端にドットを付けて表す。

- 0. 1 1 1 1 1 = 0. $\overset{\cdot}{1}$ ①
- 0. 2 3 2 3 2 3 = 0. $\overset{\cdot}{2}\overset{\cdot}{3}$ ②
- 0. 3 4 5 3 4 5 3 4 5 = 0. $\overset{\cdot}{3}\overset{\cdot}{4}\overset{\cdot}{5}$ ③

②混循環小数

循環しない部分と先頭に限ると循環する部分とがあるとき循環する数字の両端にドットを付けて表す。

- 0. 7 1 1 1 1 = 0. 7 $\overset{\cdot}{1}$ ④
- 50. 2 3 2 3 2 3 = 50. $\overset{\cdot}{2}\overset{\cdot}{3}$ ⑤
- 0. 7 3 4 5 3 4 5 3 4 5 = 0. 7 $\overset{\cdot}{3}\overset{\cdot}{4}\overset{\cdot}{5}$ ⑥

③循環小数Xを分数に直す : 無限等比級数の和（高校数2B）で分数に直す。

$X =$ 循環しない部分 + 初項 / 1 - 公比

式	循環小数值X	表現	循環なし部分	$X =$ 循環しない部分 + 初項 / 1 - 公比
①	0.1111.....	0. $\overset{\cdot}{1}$	—	$\frac{0.1}{1 - 0.1} = \frac{0.1}{0.9} = \frac{1}{9}$
②	0.232323.....	0. $\overset{\cdot}{2}\overset{\cdot}{3}$	—	$\frac{0.23}{1 - 0.01} = \frac{0.23}{0.99} = \frac{23}{99}$
③	0.345345.....	0. $\overset{\cdot}{3}\overset{\cdot}{4}\overset{\cdot}{5}$	—	$\frac{0.345}{1 - 0.001} = \frac{0.345}{0.999} = \frac{345}{999}$
④	0.71111.....	0. 7 $\overset{\cdot}{1}$	0.7	$0.7 + \frac{0.01}{1 - 0.1} = 0.7 + \frac{0.01}{0.9} = \frac{6.3 + 0.1}{9} = \frac{6.4}{9} = \frac{64}{90}$
⑤	50.232323.....	50. $\overset{\cdot}{2}\overset{\cdot}{3}$	50	$50 + \frac{0.23}{1 - 0.01} = 50 + \frac{0.23}{0.99} = \frac{4950 + 23}{99} = \frac{4973}{99}$
⑥	0.7345345.....	0. 7 $\overset{\cdot}{3}\overset{\cdot}{4}\overset{\cdot}{5}$	0.7	$0.7 + \frac{0.0345}{1 - 0.001} = 0.7 + \frac{0.0345}{0.999} = 0.7 + \frac{345}{9990} = \frac{6993 + 345}{9990} = \frac{7338}{9990}$

問題 16 1アマ/H14/8月/A-11

AM電信電話送信機において、電信及び電話の尖頭電力が同一の時、電話送信に用いる場合の無変調の出力と、電信送信に用いる場合の出力との比はいくらか。

ただし、電話送信の変調率は100 [%]，送信機の負荷は純抵抗とする。

- 1 1/6 2 1/5 3 1/4 4 1/3 5 1/2

問題16 解答 3

導入： 放射抵抗は変わらない。下図から電話で100 [%] 変調をかけるためには電圧は電信の1/2でなければならない。

展開： 比例関係 $P = E^2 / R$ から $P \propto E^2$ が成立。∴電圧の2乗に比例する。
∴電話の無変調時の出力を P_{am} として、式をたてる。

解答

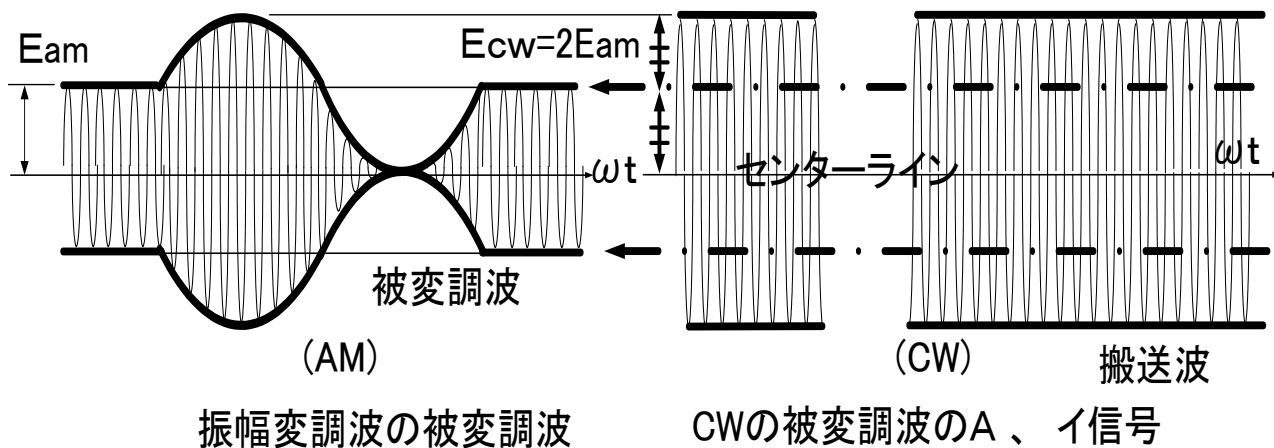
$$P_{am} = (1/2)^2 * \text{電信尖頭電力 } P_{cw} = (1/4) * P_{cw}$$

$$\therefore P_{am} / P_{cw} = 1/4$$

∴1/4倍となる。

∴3

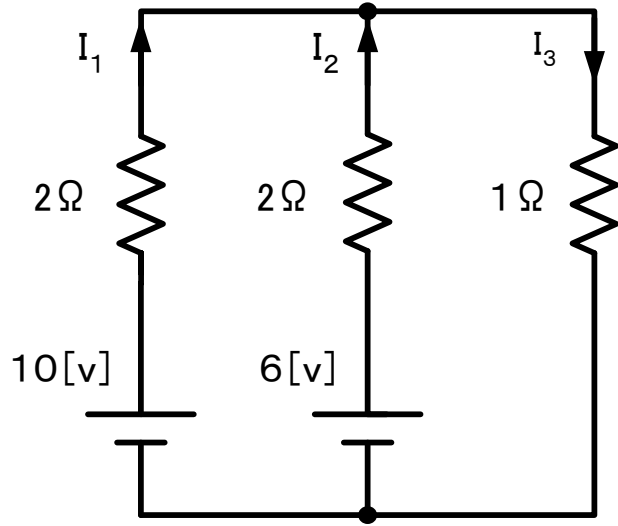
参考 $P = \frac{E^2}{R} \rightarrow P \propto E^2 \quad P = KE^2 \quad K \text{ は比例定数}$



問題 17 1アマ/H11/4月/ー

図に示す回路において、
電流 I_3 として、正しいものを下の
番号から選べ。

- 1 1 [A]
- 2 2 [A]
- 3 3 [A]
- 4 4 [A]
- 5 5 [A]



問題 17 解答 4

詳細は新上級ハムになる本 P60~62 参照

①行列式で、一発で答を求めています。知っておくとキルヒホッフの法則、不平衡ブリッジの解に役立ちます。スキルアップして下さい。

②日目計算（ミルマンの定理）による解法。P102参照。

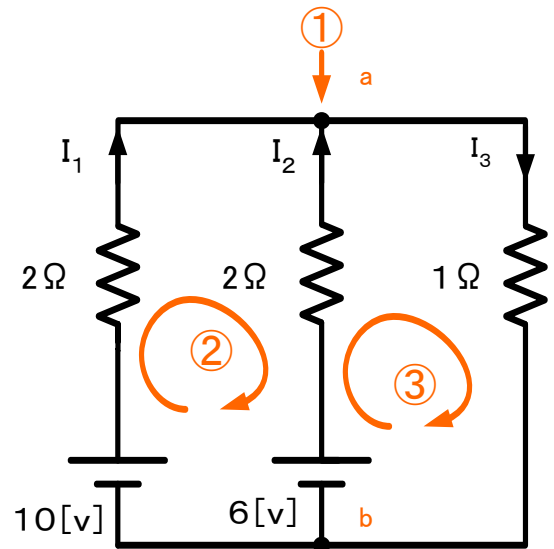
展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答

上接続点①、左回路のループ②、右回路のループ③について連立方程式をたてる。

①行列式による解法

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \dots\dots\dots ① \\ 2I_1 - 2I_2 = 10 - 6 = 4 \dots\dots\dots ② \\ 2I_2 + I_3 = 6 \dots\dots\dots ③ \end{cases}$$



$$I_3 = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 2 & -2 & 4 \\ 0 & 2 & 6 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{-12 - 8 - 12}{-2 - 4 - 2} = \frac{-32}{-8} = 4(A) \quad \therefore 4$$

②日目計算（ミルマンの定理）による解法

$$E_{ab} = \frac{\frac{10}{2} + \frac{6}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1} = \frac{16}{2} = \frac{16}{4} = 4[V]$$

$$\therefore I_3 = \frac{4}{1} = 4[A] \quad \therefore 4$$

ちなみに I_2 、 I_3 を求めよ / 日目計算による解法

$$I_1 = \frac{4 \sim 10}{2} = \frac{6}{2} = 3[A] \quad I_2 = \frac{4 \sim 6}{2} = \frac{2}{2} = 1[A]$$

③連立方程式による解法

I_1 消去の目的で①*2-②を求める

$$2I_1 + 2I_2 - 2I_3 - 2I_1 + 2I_2 = -4$$

$$4I_2 - 2I_3 = -4$$

$$2I_2 - I_3 = -2 \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

I_2 消去の目的で③-④を求める

$$2I_2 + I_3 - 2I_2 + I_3 = 6 + 2 \quad 2I_3 = 8$$

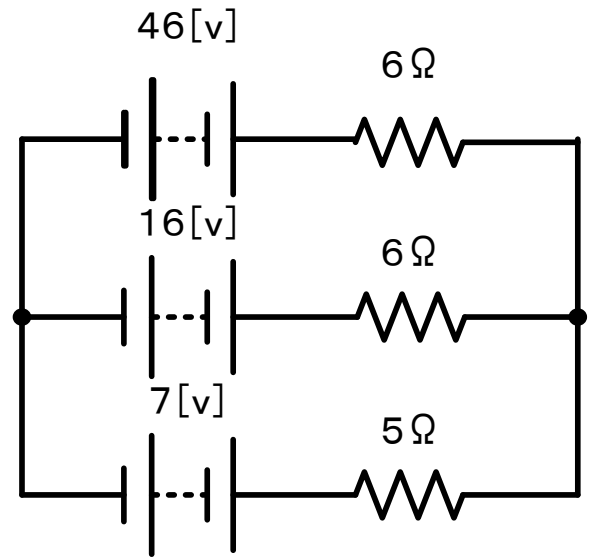
$$\therefore I_3 = 8 / 2 = 4 [A] \quad \therefore 4$$

問題 18 1アマ/H15/12月/A-4

図に示す回路において、

5 [Ω] の抵抗に流れる電流の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 3 [A]
- 2 4 [A]
- 3 5 [A]
- 4 6 [A]
- 5 7 [A]



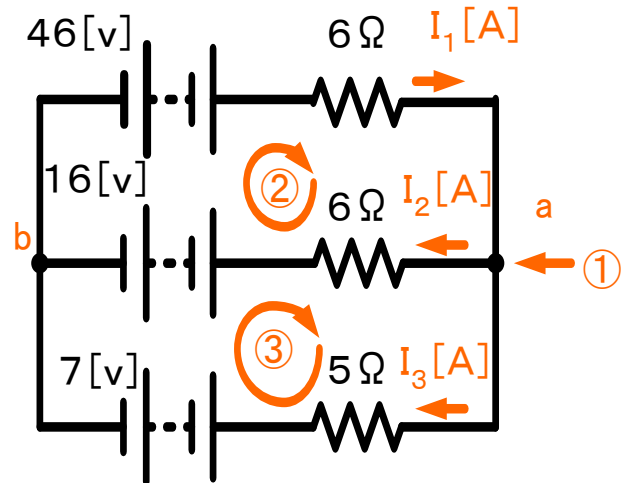
問題 18 解答 1

解答

右接続点①、上回路のループ②、下回路のループ③に連立方程式をたてる。

①行列式による解法

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \dots\dots\dots ① \\ 6I_1 + 6I_2 = 46 - 16 = 30 \dots\dots\dots ② \\ -6I_2 + 5I_3 = 16 - 7 = 9 \dots\dots\dots ③ \end{cases}$$



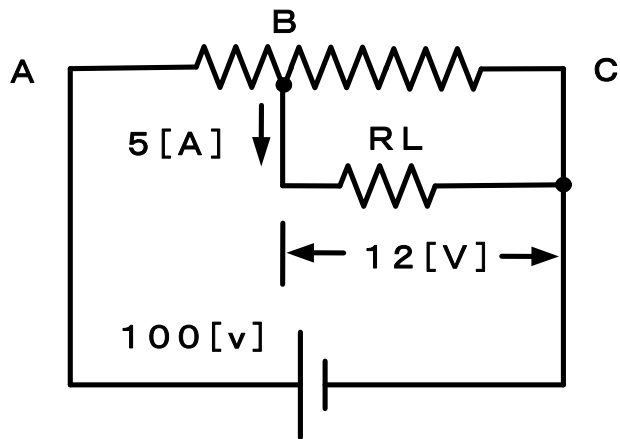
$$\therefore I_3 = \frac{\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 6 & 6 & 30 \\ 0 & -6 & 9 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 6 & 6 & 0 \\ 0 & -6 & 5 \end{bmatrix}} = \frac{54 + 180 + 54}{30 + 36 + 30} = \frac{288}{96} = 3(A) \quad \therefore 1$$

問題 19 1アマ/H20/8月/A-4

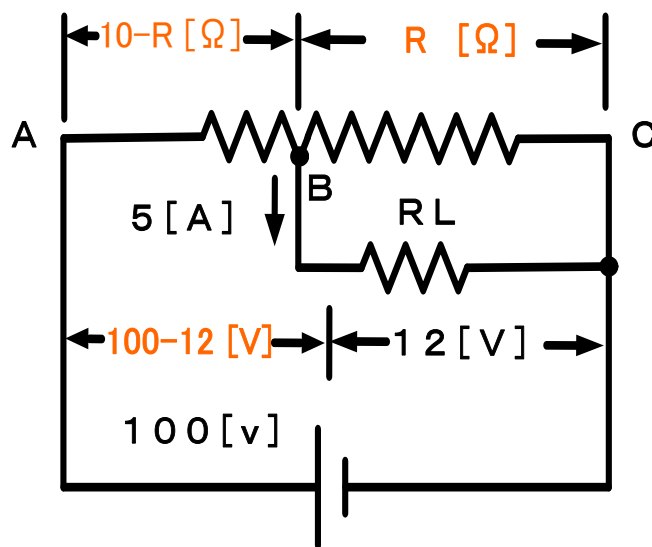
図に示す回路において、負荷RLを接続して100 [V] の直流電圧を加えたとき、RLを流れる電流が5 [A] で、RLの両端の電圧が12 [V] であった。この時のBC間の抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

ただし、RLを接続しないときのAC間の抵抗を10 [Ω] とする。

- 1 8 [Ω]
- 2 6 [Ω]
- 3 4 [Ω]
- 4 2 [Ω]
- 5 1 [Ω]



問題 19 解答 4



導入： 電池電流とRL//Rの電流が等しいとおく
 展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答 BC間の抵抗をR [Ω] とおく

√を開く計算はP103 12. よく使う2乗の表参照

$$\frac{100 - 12}{10 - R} = \frac{12}{R} + 5 = \frac{12 + 5R}{R}$$

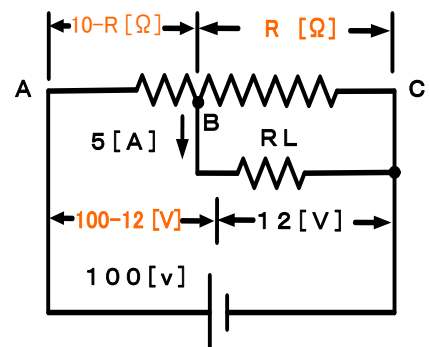
$$88R = (10 - R)(12 + 5R) = -5R^2 + 38R + 120$$

$$5R^2 + 50R - 120 = 0 \quad R^2 + 10R - 24 = 0$$

$$(R + 12)(R - 2) = 0 \quad \therefore R + 12 = 0 \quad \therefore R = -12$$

$$R - 2 = 0 \quad \therefore R = 2 \quad R \geq 0 \quad \therefore R = 2[\Omega]$$

$$\text{又は } R = \frac{-10 \pm \sqrt{100 - 4 * (-24)}}{2} = \frac{-10 \pm \sqrt{196}}{2} = \frac{-10 \pm 14}{2} = \frac{4}{2} = 2, \frac{-24}{2} = -12$$

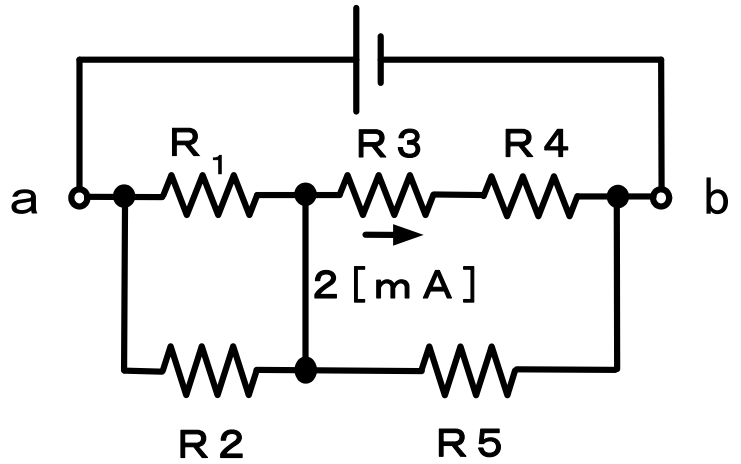


問題 20 1アマ/H21/4月/A-4

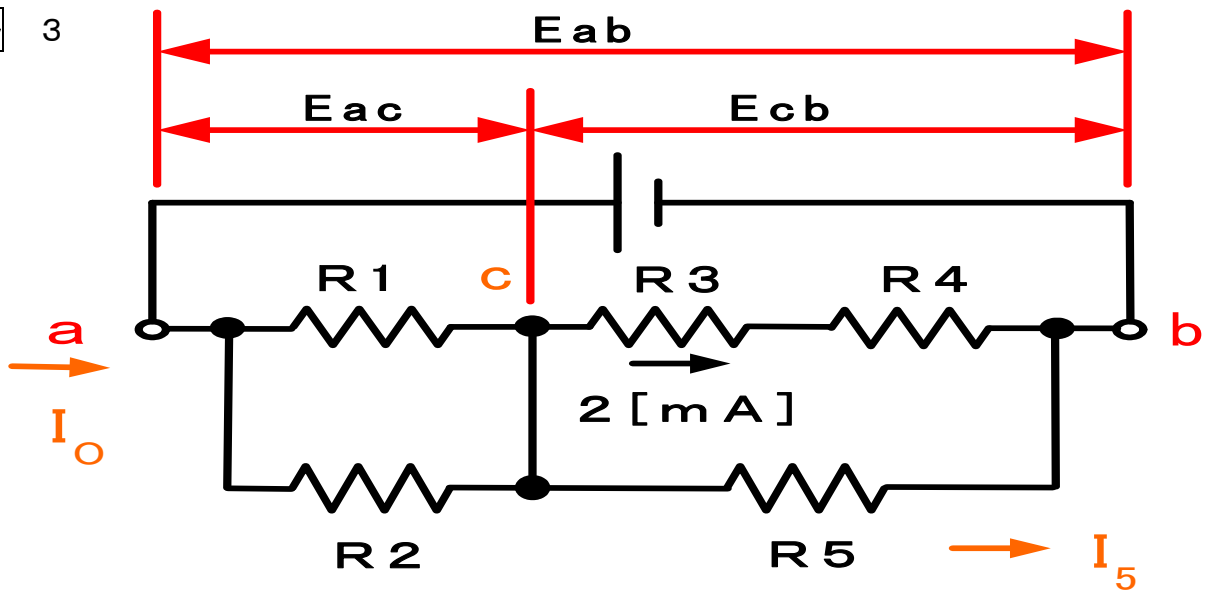
図に示す回路において、抵抗R3に2[mA]の電流を流したい。端子a b間に加えるべき電圧の値として正しいものを下の番号から選べ。

ただし、 $R_1=4$ [KΩ], $R_2=6$ [KΩ],
 $R_3=10$ [KΩ], $R_4=2$ [KΩ],
 $R_5=8$ [KΩ] とする。

- 1 24 [V]
- 2 32 [V]
- 3 36 [V]
- 4 40 [V]
- 5 48 [V]



問題20解答 3



導入： オームの法則を適用

展開： R1-3間をC点、R5を流れる電流をI5、R5の電圧Ecb、全電流I0とおく。Ecb/R5で電流I5をもとめる。ハシゴの和を求める。

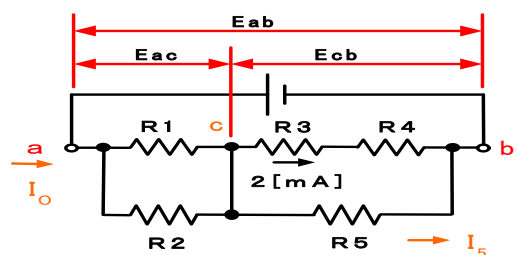
展開： 機械的な計算を間違わないように。

$$E_{CB} = 2 * (10 + 2) = 24 [V] \quad I_5 = \frac{24}{8} = 3[mA] \quad \therefore I_0 = 2 + 3 = 5[mA]$$

$$R_1 // R_2 = \frac{4 * 6}{4 + 6} = \frac{24}{10} = 2.4[K\Omega]$$

$$E_{ac} = 2.4 * 5 = 12 [V]$$

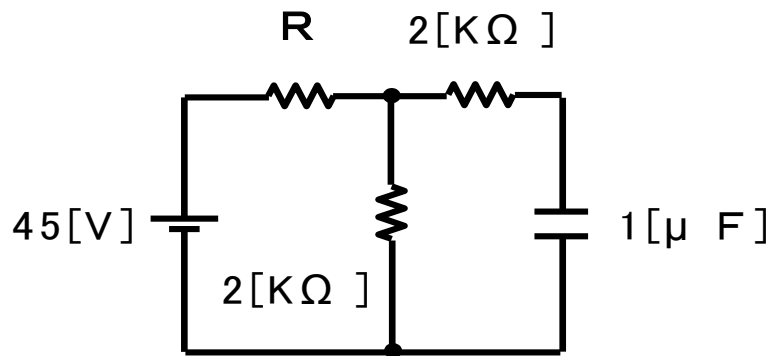
$$\therefore E_{ab} = 12 + 24 = 36 [V] \therefore 3$$



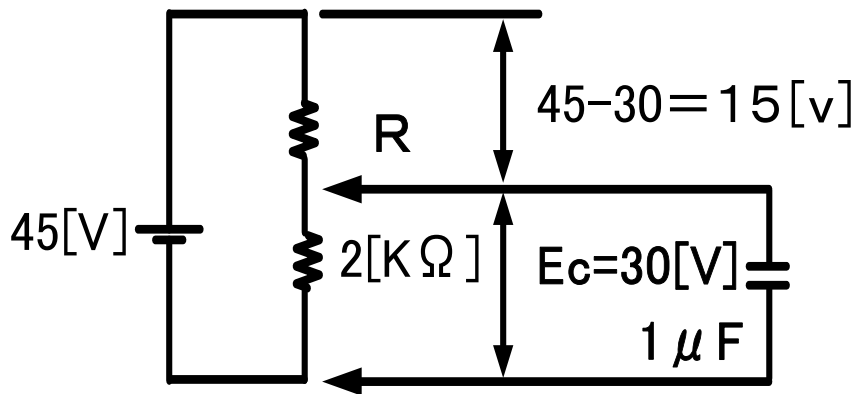
問題 21 1アマ/H19/8月/A-3

図に示す回路において、静電容量が $1 [\mu F]$ のコンデンサに蓄えられた電荷が $30 [\mu C]$ であるとき、抵抗 R の値としてと、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は定常状態にあるものとする。

- 1 0.5 [kΩ]
- 2 1 [kΩ]
- 3 1.5 [kΩ]
- 4 2 [kΩ]
- 5 2.5 [kΩ]



問題 21 解答 2



導入： コンデンサに加わる電圧を誘導。

$$E_c = Q/C = 30 \times 10^{-6} / 1 \times 10^{-6} = 30 [V] \quad E_r = 45 - 30 = 15 [V]$$

(詳細は新上級ハムになる本 P33 1-11式参照)

展開： 機械的な計算を間違わないように。

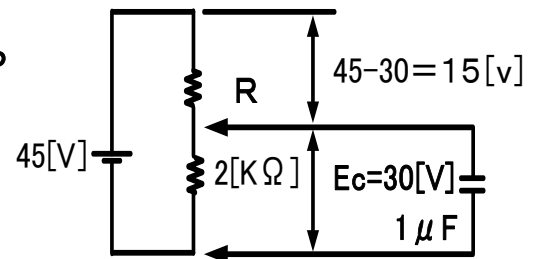
解答

①定常状態では(上図)コンデンサに電流が流れないのでインピーダンスは ∞ 。並列に入っている $2 [k\Omega]$ と E_c 同一電位になる。

$\therefore R$ と $2 [k\Omega]$ とで電池電圧が正比に分割されるから

$$2/30 = R/15 \quad (2:30 = R:15)$$

$$\therefore R = (2/30) \times 15 = 1 [k\Omega] \quad \therefore 2$$



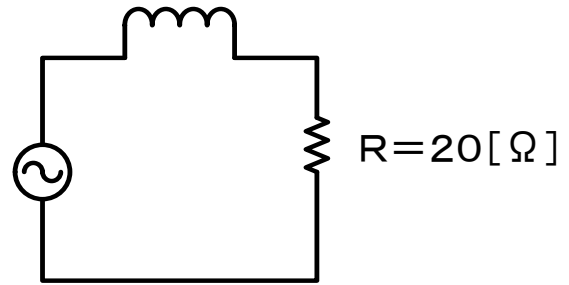
② $2 [k\Omega]$ に $30 [V]$ がかかっているなので、その半分の $15 [V]$ の電圧がかかっている R は $2 [k\Omega]$ の半分の抵抗 $2 / 2 = 1 [k\Omega]$ でなければならない。 $\therefore 2$

問題 22 2アマ/P39 Q26/H13以前の出題

図に示す回路の合成インピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

XL:コイルのリアクタンス

$$XL = 15[\Omega]$$



- 1 5 [Ω]
- 2 13 [Ω]
- 3 20 [Ω]
- 4 25 [Ω]
- 5 35 [Ω]

問題 22 解答 4

導入： 単位電流法によりベクトル図を書く。

単位電流法とは？ → 直列回路に1 [A] の電流を流したと仮定して、発生する電圧のベクトル図を書く。

$$\therefore \text{発生電圧 [V]} = \text{インピーダンス } [\Omega] * 1 [\text{A}]$$

$$\therefore [V] = [\Omega] \quad \text{インピーダンスの解析に有用。}$$

以下の問題 23, 24, 25, 28, 34, 38 に適用。以下同

展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答

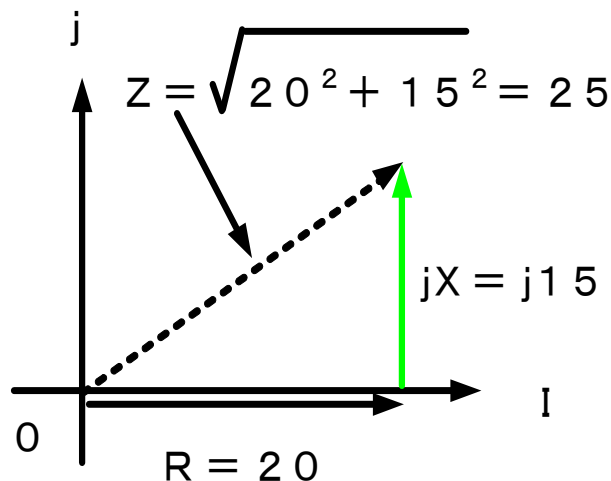
$$\bullet$$

$$Z = R + jXL = R + j\omega L = 20 + j15$$

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + XL^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25[\Omega] \quad \therefore 4$$

P103 9項の3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。 $15^2 + 20^2 = 25^2$

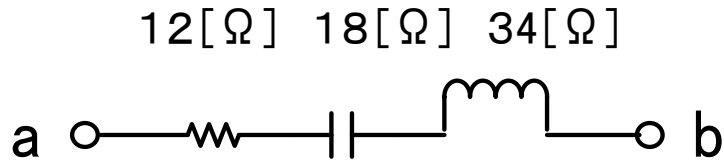
単位電流法によるベクトル図



問題 23 2アマ/H15/8月/A-4

図において、抵抗の値が12 [Ω]、コンデンサのリアクタンスが18 [Ω] 及びコイルのリアクタンスが34 [Ω] のとき、端子 a b間の合成インピーダンスの大きさ（絶対値）として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 20 [Ω]
- 2 28 [Ω]
- 3 31 [Ω]
- 4 40 [Ω]
- 5 53 [Ω]

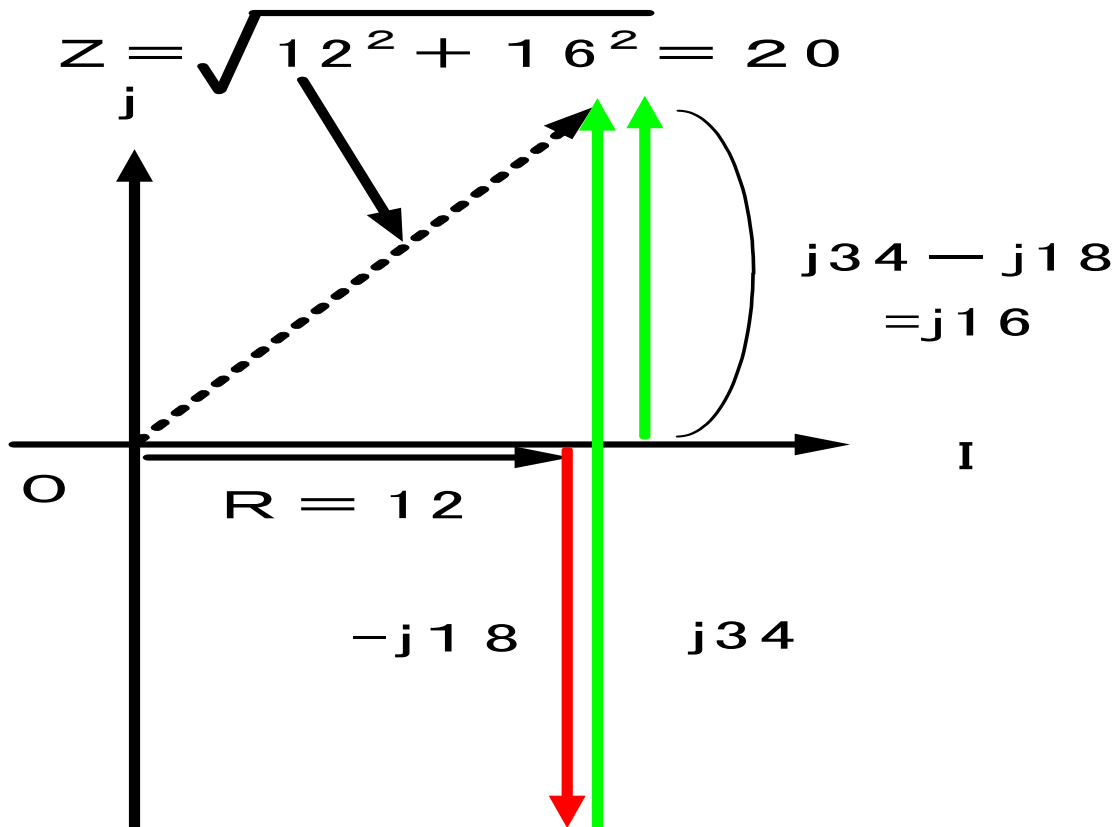


問題 23 解答 1

$$Z_{ab} = R - j \frac{1}{\omega C} + j\omega L = 12 - j18 + j34 = 12 + j16$$

$$\therefore Z_{ab} = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{400} = 20 [\Omega] \quad \therefore 1$$

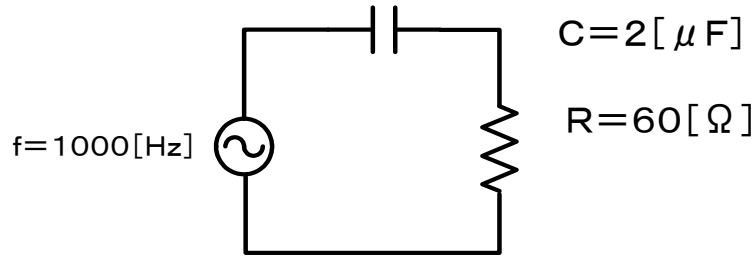
P103 9項の3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。12²+16²=20²
 展開： 機械的な計算を間違わないように。



問題 24 2アマ/P36/Q20/H13以前の出題

図に示す回路の合成インピーダンスZの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 50 [Ω]
- 2 100 [Ω]
- 3 150 [Ω]
- 4 200 [Ω]
- 5 250 [Ω]



問題 24 解答 2

$$X_c = -j \frac{1}{\omega C} = \frac{-j}{2\pi * 1000 * 2 * 10^{-6}} = -j80$$

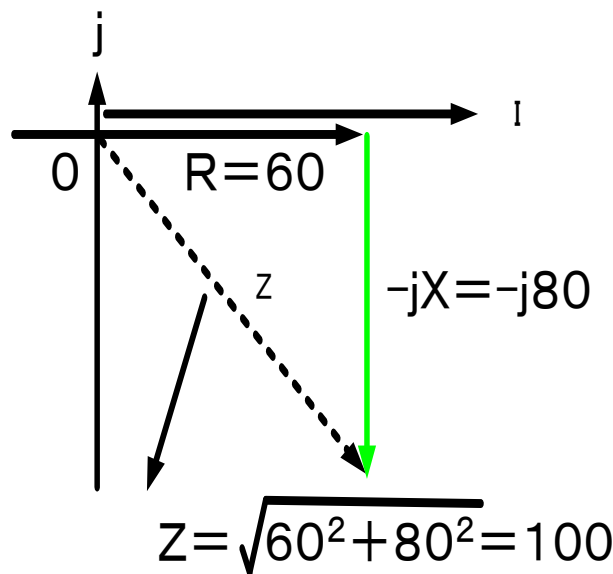
$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100 [\Omega] \quad \therefore 2$$

P103の9項 3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。

$$6^2 + 8^2 = 10^2 \rightarrow 60^2 + 80^2 = 100^2$$

P104の $1/4\pi = 0.0795774$ を覚えていれば解が断然速い。

展開： 機械的な計算を間違わないように。



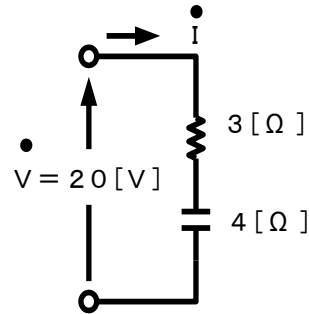
問題 25 1アマ/P38/Q20/H13以前の出題

次の記述は、交流回路の合成インピーダンスと回路に流れる電流について述べたものです。

[] 内に入れるべき式又は数値の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

図に示す抵抗とコンデンサの直列回路において、この回路の合成インピーダンス Z は、
 [A] で表され、絶対値は [B] となる。又、回路に流れる電流 I は
 [C] で表せる。

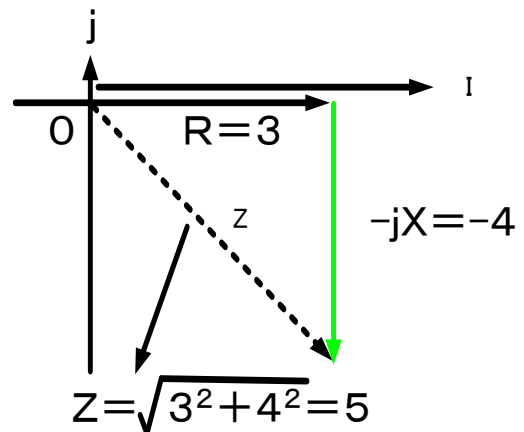
	A	B	C
1	$3 - j4$	5	$2.4 + j3.2$
2	$3 + j4$	7	$12 + j16$
3	$3 - j4$	1	$2.4 - j3.2$
4	$3 + j4$	5	$12 - j16$



問題 25 解答 1

P103の9項 3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。

展開： 機械的な計算を間違わないように。



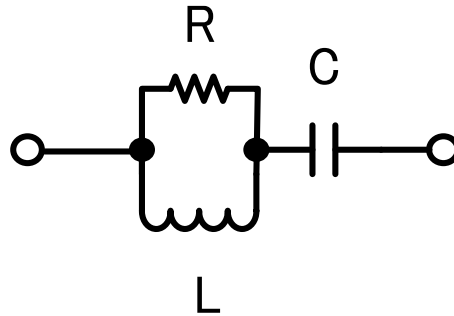
$$\begin{aligned} \dot{Z} &= R - jX_c = 3 - j4 \quad \therefore Z = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5[\Omega] \quad \therefore \dot{I} = \frac{\dot{V}}{Z} = \frac{20}{3 - j4} \\ &= \frac{20(3 + j4)}{(3 - j4)(3 + j4)} = \frac{60 + j80}{9 + 16} = \frac{60 + j80}{25} = 2.4 + j3.2 \quad \therefore 1 \end{aligned}$$

計算のスキルアップ

- ① 25で割るときは100/25=4だから4をかける。
- ② ①の桁は別途計算して桁を合わす。
- ③ 共役複素数のかけ算で虚数項は0になることがわかっているので筆記しない(省略)
- ④ ③の計算の分母(実数、虚数項同士のかけ算)は必ず+正になる。
- ⑤ ③, ④が分かっていると計算を間違わないし、解が早い。常識。

問題 26 1アマ/H15/4月/A-4

図に示す回路の合成インピーダンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。
ただし、抵抗Rの抵抗値は18 [Ω] コンデンサCのリアクタンスは9 [Ω] 及びコイルLのリアクタンスは18 [Ω] とする。



- 1 9 [Ω]
- 2 18 [Ω]
- 3 27 [Ω]
- 4 36 [Ω]
- 5 45 [Ω]

問題26 解答 1

導入： R//L と C とが直列に接続されている。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答

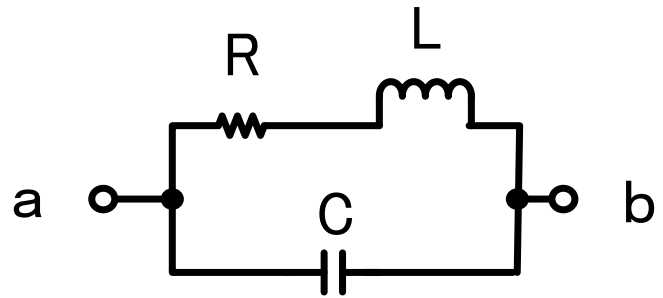
$$\begin{aligned} \dot{Z} &= \frac{j\omega LR}{R + j\omega L} - j \frac{1}{\omega C} = \frac{j18 * 18}{18 + j18} - j9 \\ &= \frac{j18}{1 + j} - j9 = \frac{j18(1 - j)}{(1 + j)(1 - j)} - j9 \\ &= \frac{j18(1 - j)}{2} - j9 = j9(1 - j - 1) = 9(\Omega) \\ &\therefore 1 \end{aligned}$$

問題 27 1アマ/H15/8月/A-5

図に示すRLCよりなる回路の端子a b間の合成インピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗Rの抵抗値は15 [Ω]、

Lのリアクタンスの大きさの値は15 [Ω] 及びCのリアクタンスの大きさの値は30 [Ω] とする

- 1 8 [Ω]
- 2 12 [Ω]
- 3 15 [Ω]
- 4 20 [Ω]
- 5 30 [Ω]



問題 27 解答 5

導入： RとLの直列回路に、Cが並列に入っている。

注：共役複素数の計算はP39 Q25の③, ④を適用。以下同。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

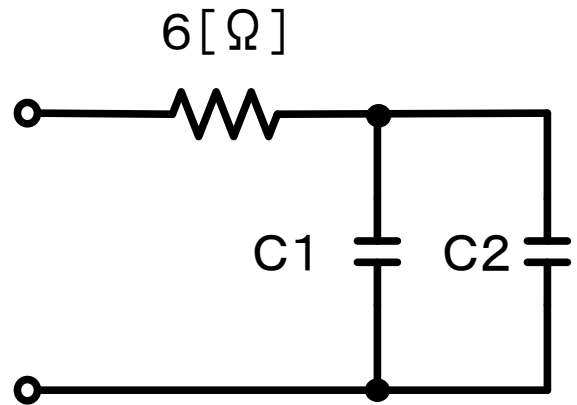
解答

$$\begin{aligned}
 Z_{ab} &= \frac{(R + j\omega L)\left(-j\frac{1}{\omega C}\right)}{(R + j\omega L) - j\frac{1}{\omega C}} = \frac{(15 + j15)(-j30)}{15 + j15 - j30} \\
 &= \frac{(15 + j15)(-j30)}{15 - j15} = \frac{(1 + j)(-j30)}{1 - j} \\
 &= \frac{(1 + j)^2(-j30)}{(1 - j)(1 + j)} = \frac{-j30(1 + j2 - 1)}{2} \\
 &= \frac{60}{2} = 30 [\Omega] \quad \therefore 5
 \end{aligned}$$

問題 28 2アマ/H16/4月/A-3

図に示す回路の合成インピーダンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。
ただし、C1及びC2のリアクタンスの大きさは、
それぞれ12 [Ω] 及び24 [Ω] とする。

- 1 6 [Ω]
- 2 10 [Ω]
- 3 14 [Ω]
- 4 24 [Ω]
- 5 42 [Ω]



問題28 解答 2

解答

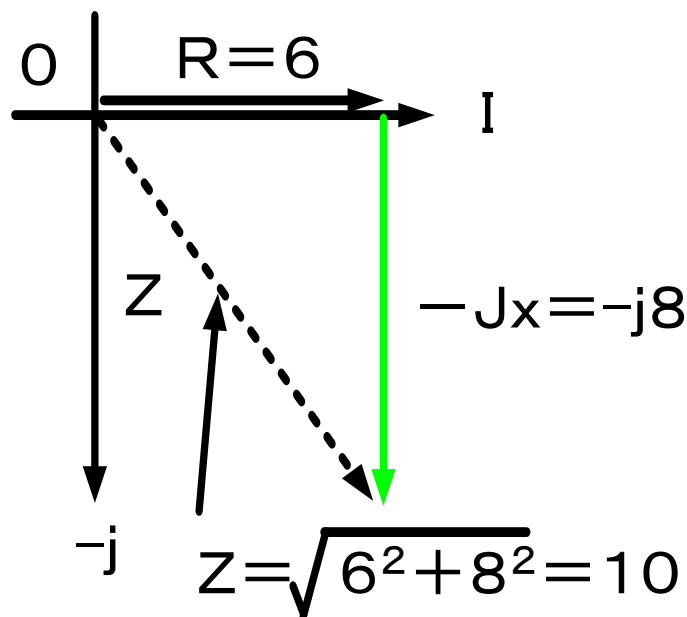
Cの合成リアクタンス X_C とすると

$$X_C = (12 * 24) / (12 + 24) = 288 / 36 = 8 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$\therefore \text{合成インピーダンス } Z = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$\therefore 2$

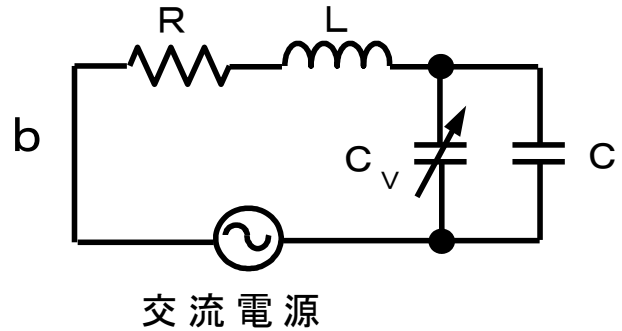
P103の9項3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。 $6^2 + 8^2 = 10^2$
展開： 機械的な計算を間違わないように。



問題 29 1アマ/H21/4月/A-3

図に示すRLC直列回路において、回路を7,050 [kHz] に共振させたときの可変コンデンサ C_V の静電容量及び回路の先鋭度 [Q] の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、抵抗Rは4 [Ω]、コイルLのインダクタンスは2 [μH]、コンデンサCの静電容量は125 [PF] とする。

	C_V	Q
1	130 [PF]	22
2	130 [PF]	44
3	255 [PF]	22
4	255 [PF]	44
5	380 [PF]	22



問題29解答 1

導入： 直列共振回路の共振条件から並列容量C0を誘導する。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \quad \therefore C_0 = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(2\pi * 7.05 * 10^6)^2 * 2 * 10^{-6}} = \frac{10^{-6}}{8\pi^2 * 7.05^2} = 2.55 * 10^{-10} = 255 [PF]$$

$$\therefore C_V = C_0 - C = 255 - 125 = 130 [PF] \quad Q = \frac{\omega L}{R} = \frac{2\pi * 7.05 * 10^6 * 2 * 10^{-6}}{4} = 22.13 \approx 22 \therefore 1$$

有効数字のみ暗算による解法/P104の語呂合わせを覚えていると解が断然早い

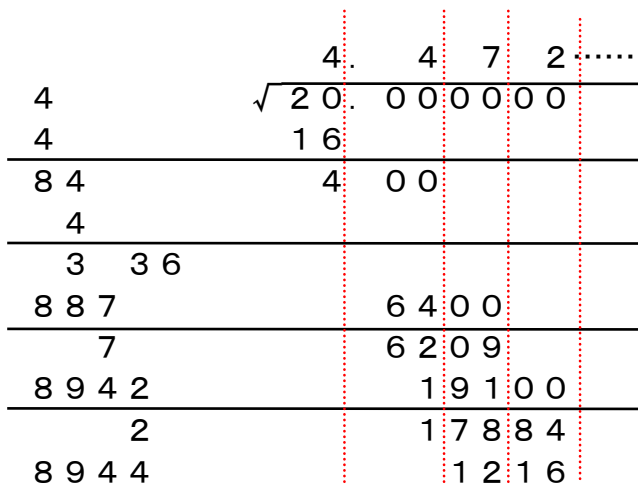
$$1/\pi^2 \doteq 0.1 \quad C_0 \doteq 1/(8 * 50) = 1/400 \rightarrow 2.5$$

桁計算を別途して250 [PF] を得る。

$$C_V = 250 - 125 = 125 [PF]$$

$$Q = \pi * 7 = 3.1 * 7 = 21.7 \doteq 22 \quad \text{桁計算を別途して22を得る。}$$

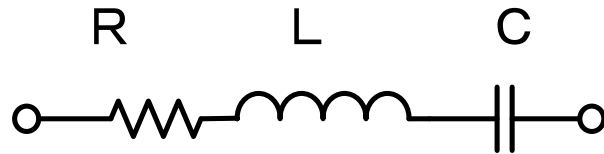
問題 30 で√20=4.472を筆算で求める計算例。



問題 30 2アマ/H16/12月/A-3

図に示すRLC直列回路の共振周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。
ただし、抵抗Rは47 [Ω]、コイルLの自己インダクタンスは50 [μH] 及び
コンデンサCの静電容量は40 [pF] とする。

- 1 1.82 [MHz]
- 2 3.56 [MHz]
- 3 7.05 [MHz]
- 4 14.2 [MHz]



問題30 解答 2 解答

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{50 * 10^{-6} * 40 * 10^{-12}}} \\
 &= \frac{1}{2\pi\sqrt{20 * 10^{-16}}} = \frac{10^8}{2\pi\sqrt{20}} = 3.56 * 10^6 \\
 &= 3.56 [MHz] \quad \therefore 2
 \end{aligned}$$

本計算をまともにしていると約5分はかかる。暗算で答えを出す練習が必要。
暗算による解法/P96インド数学による2桁のかけ算の項参照
展開： 機械的な計算を間違わないように。

√20の暗算 / 4²=16, 5²=25だから約4.5くらいと推理する。

インド数学から4.5²=20.25を暗算で出す。20.25 ÷ 20とする。-1%の誤差。

前ページに√20を筆算で計算。さて、あなたならどうする？

1/2π=0.1591だから f=1.591/4.5 ÷ 1/3=0.333を誘導(分子は分母の約3倍)。後は別途桁計算して 3.33 * 10⁶ [Hz] を誘導。

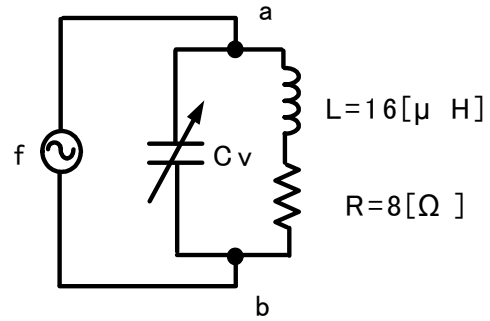
さて、この割り算あなたならどうする？

$$\begin{aligned}
 \frac{10^8}{2\pi\sqrt{20}} &\cong \frac{10^8}{2\pi * 4.5} = \frac{0.1591 * 10^8}{4.5} \\
 &\cong \frac{10^8}{30} = 3.33 * 10^6 = 3.33 [MHz]
 \end{aligned}$$

問題 32 2アマ/H21/8月/A-3

図に示す回路が電源周波数 f に共振しているとき、 a b 間のインピーダンスが 10 [$K\Omega$]であった。この時の可変コンデンサ C_v の値として最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 100 [PF]
- 2 150 [PF]
- 3 200 [PF]
- 4 250 [PF]



問題32解答

$$Z = \frac{L}{CR} \quad \therefore C = \frac{L}{RZ} = \frac{16 * 10^{-6}}{8 * 10 * 10^3} = 2 * 10^{-10} [F] = 200 [PF] \therefore 3$$

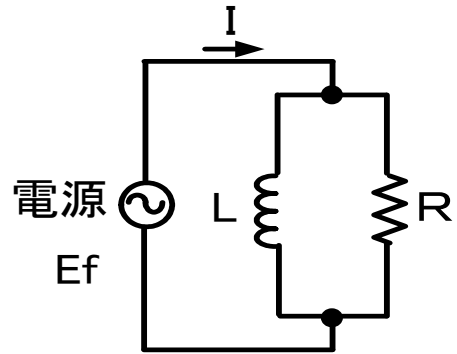
詳細は新上級ハムになる本 P87 2-58 式参照
展開： 機械的な計算を間違わないように。

問題 33 2アマ/H19/8月/A-3

図に示すLR並列回路の合成インピーダンスZ及び電流Iの大きさの組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、電源電圧Eを100[V]、電源の周波数fを50[Hz]、コイルLの自己インダクタンスを64[mH]及び抵抗Rの値を20[Ω]とする。

	Z	I
1	4.5 [Ω]	22.2 [A]
2	7.1 [Ω]	14.1 [A]
3	8.5 [Ω]	11.7 [A]
4	10.1 [Ω]	9.9 [A]
5	14.1 [Ω]	7.1 [A]



問題33解答 5

導入： ①Lのリアクタンスを求める。

②合成インピーダンスの絶対値を求める。

Z, Iは2等辺三角形になるから直接 $10\sqrt{2}$, $5\sqrt{2}$ を誘導。

③電圧をインピーダンスで割って電流を求める。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

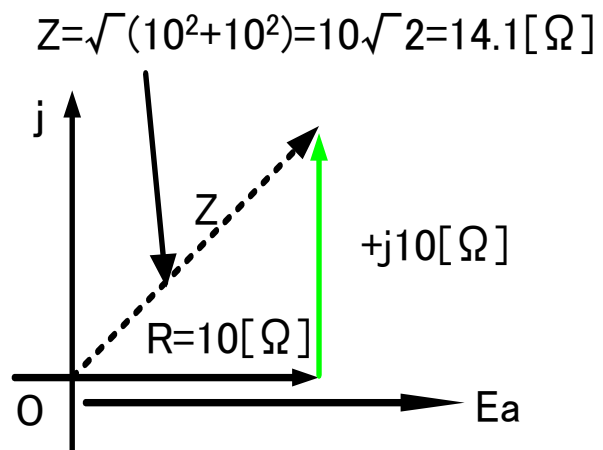
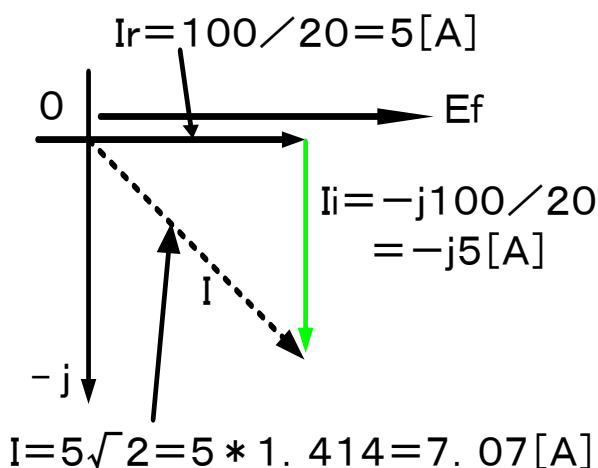
解答

$$X_L = \omega L = 2\pi * 50 * 64 * 10^{-3} = 0.1\pi * 64 = 0.314 * 64 = 20.096 \approx 20 [\Omega]$$

$$Z = \frac{j\omega LR}{R + j\omega L} = \frac{20 * j20}{20 + j20} = \frac{j20}{1 + j} = \frac{j20(1 - j)}{(1 + j)(1 - j)} = \frac{20 + j20}{1 + 1} = 10 + j10$$

$$Z = \sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} = 14.14 [\Omega] \quad I = \frac{100}{10\sqrt{2}} = 0.707 * 10 = 7.07 [A] \therefore 5$$

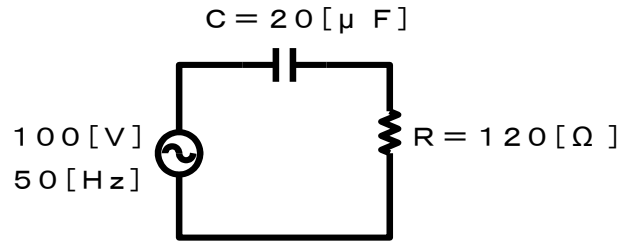
Iを求めるとき14.14で割らずに $10\sqrt{2}$ で割ると暗算可
別解/ベクトル図から電流を求める。



問題 34 1アマ/H15/12月/A-5

図に示すRC直列回路において、抵抗Rで消費される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 15 [W]
- 2 20 [W]
- 3 30 [W]
- 4 50 [W]
- 5 80 [W]



問題34 解答 3

$$X_c = -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{2\pi * 50 * 20 * 10^{-6}} = -j160 [\Omega]$$

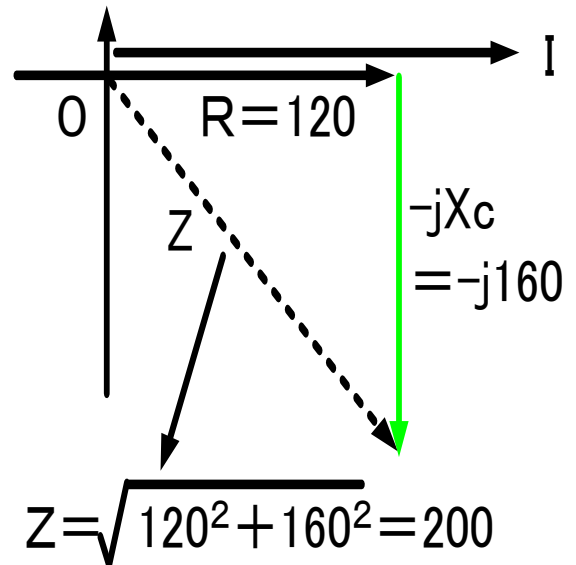
$$\therefore Z = \sqrt{120^2 + 160^2} = 200 [\Omega]$$

$$\therefore I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{200} = 0.5[A] \quad \therefore P = I^2 R = 0.5^2 * 120 = 30 [W] \quad \therefore 3$$

$$\text{又は } P = I^2 R = \left\{ \frac{E}{Z} \right\}^2 R = \frac{E^2 R}{R^2 + X_c^2} = \frac{100^2 * 120}{120^2 + 160^2} = \frac{1200000}{40000} = 30 [W]$$

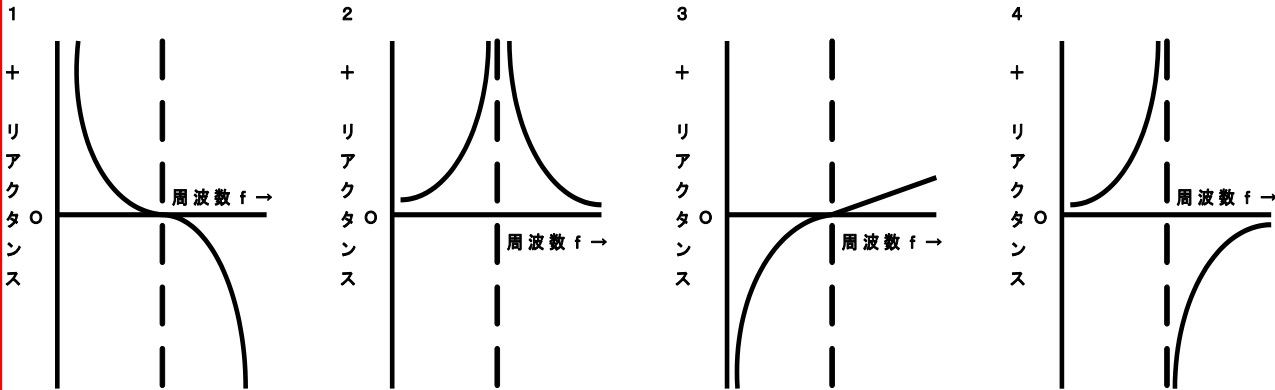
1 / 2π = 0.1591 ≒ 0.16 と置かないと後のインピーダンス計算のルートが開けない。
 P103 9項の3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。
 12² + 16² = 20² を覚えていれば暗算で解が出せる。
 一発で有効電力を求める式の詳細は新上級ハムになる本 P89 2-62 式参照

展開： 機械的な計算を間違わないように。



問題 35 2アマ/H16/12月/A-4

図に示す回路のリアクタンスの周波数特性を表す図として、正しいものを下の番号から選べ。



問題35 解答 3

直列共振点で0[Ω]、以下で容量性、以上で誘導性を示す。∴3

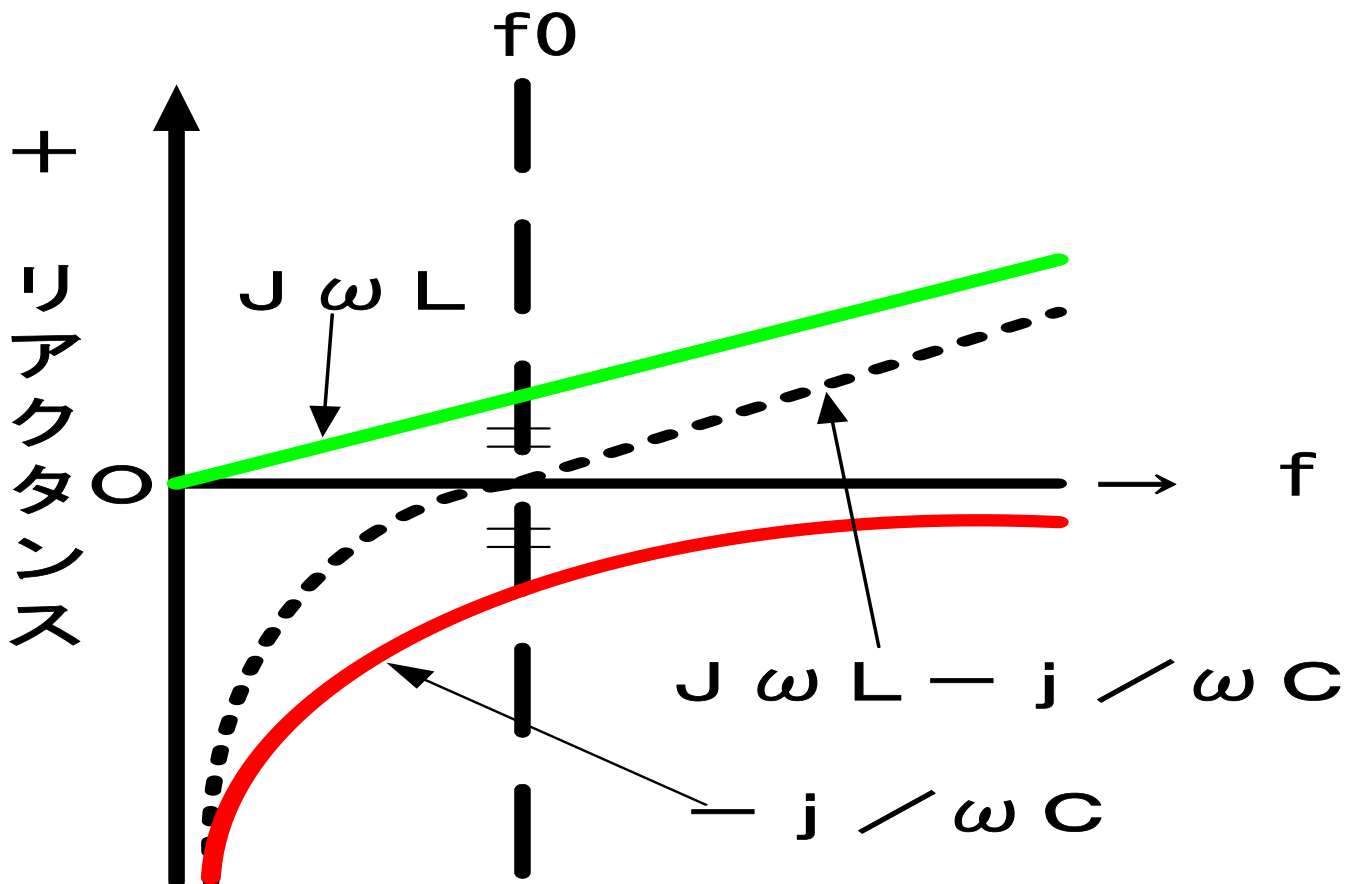
共振周波数より高い周波数では $1/j\omega C < j\omega L$

共振周波数より低い周波数では $1/j\omega C > j\omega L$

直列時は大きい方のリアクタンスが合成インピーダンスとなる。

(並列共振時は小さい方のリアクタンスが合成インピーダンスとなる)

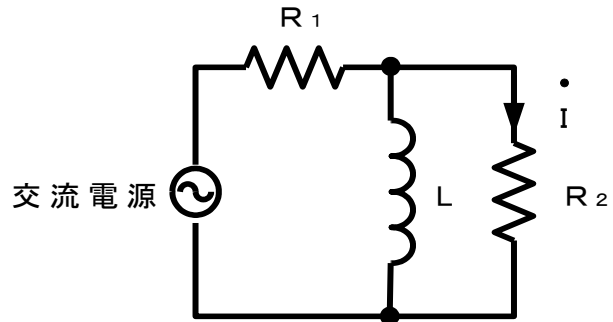
答え 4は並列共振回路のリアクタンス



問題 36 1アマ/H17/12月/A-4

図に示す回路において、交流電源電圧が200 [V]、抵抗 R_1 が20 [Ω]、抵抗 R_2 が20 [Ω] 及びコイルLのリアクタンスが20 [Ω] であるとき、 R_2 を流れる電流 I の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 2 + j 2
- 2 2 - j 3
- 3 3 + j 2
- 4 3 - j 3
- 5 4 + j 2



問題 36 解答 5

導入： 合成インピーダンスを電圧で割り全電流を求め

展開： R_2 の分流電流を求める。機械的な計算を間違わないように。

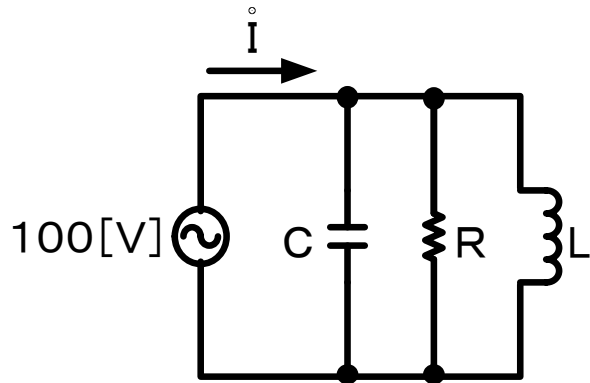
解答

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{200}{20 + \frac{20 * j20}{20 + j20}} * \frac{j20}{20 + j20} = \frac{200 * j20}{20(20 + j20) + (20 * j20)} \\
 &= \frac{j4000}{400 + j400 + j400} \\
 &= \frac{j10}{1 + j2} = \frac{j10(1 - j2)}{(1 + j2)(1 - j2)} = \frac{20 + j10}{1 + 4} = 4 + j2[A] \quad \therefore 5
 \end{aligned}$$

問題 37 1アマ/H16/4月/A-5

図に示すLCRの並列回路において、抵抗Rが50 [Ω]、コンデンサCのリアクタンスが100 [Ω] 及びコイルLのリアクタンスが25 [Ω] であるときの電流 \dot{I} の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 2 - j 3
- 2 2 + j 3
- 3 2 - j 6
- 4 4 - j 4
- 5 4 + j 4



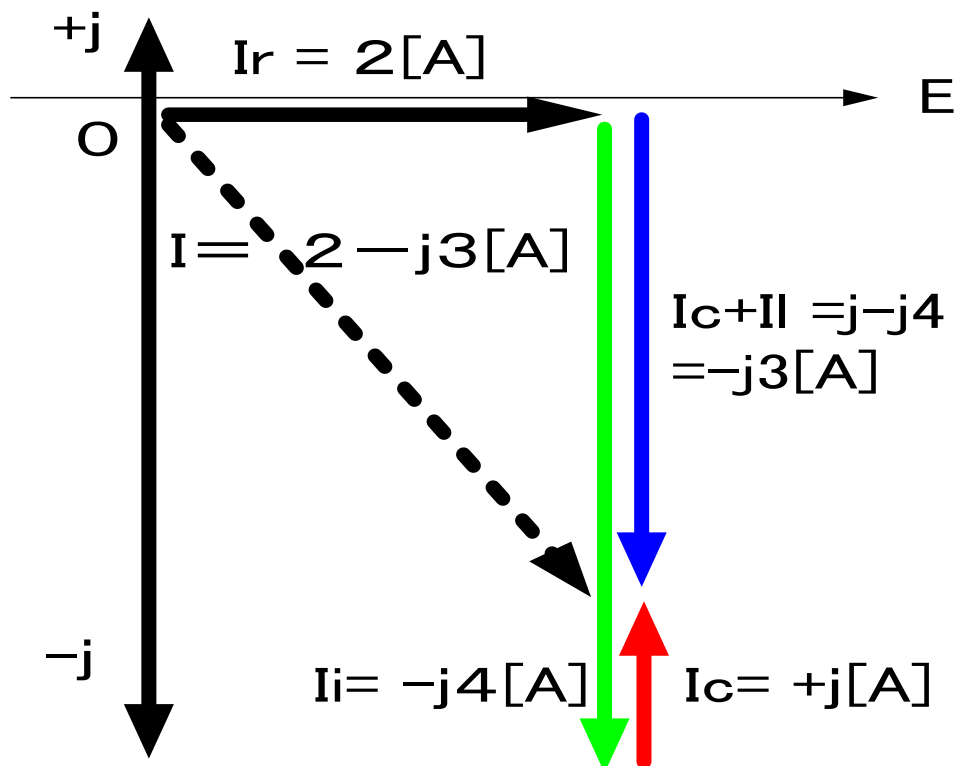
問題37 解答 1

導入： 並列時は加わる電圧が々なので電圧を基準にベクトル図を書く。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

$$\dot{I} = \dot{I}_c + \dot{I}_r + \dot{I}_l = \frac{E}{\frac{1}{j\omega C}} + \frac{E}{R} + \frac{E}{j\omega L} = j \frac{100}{100} + \frac{100}{50} + \frac{100}{j25}$$

$$= j + 2 - j4 = 2 - j3(A) \quad \therefore 1 \quad \because I_c = j\omega CE = j \frac{100}{100}$$

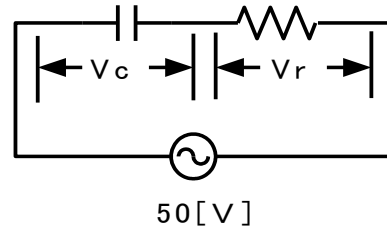


問題 38 2アマ/H14/12月/A-4

図に示す回路において、コンデンサCの端子電圧 V_c 及び抵抗Rの端子電圧 V_r の大きさの値の組み合わせとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧を50[V]、Cのリアクタンス X_c を6[Ω]、Rを8[Ω]とする。

	V_c	V_r
1	20[V]	30[V]
2	20[V]	40[V]
3	30[V]	20[V]
4	30[V]	40[V]
5	40[V]	30[V]

C($X_c=6[\Omega]$) R=8[Ω]



問題38 解答 4

導入： 直列時は流れる電流が同じなので電流を基準としてベクトル図を書く。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

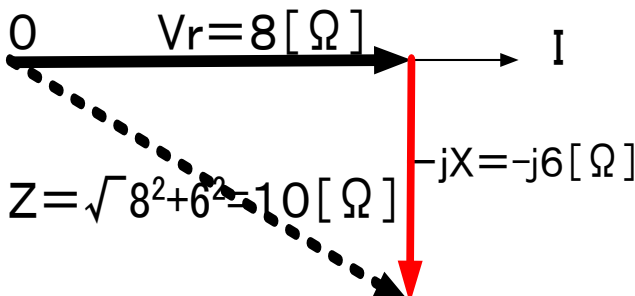
$$\dot{Z} = 8 - j6(\Omega) \therefore Z = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10(\Omega)$$

$$\therefore I = \frac{E}{Z} = \frac{50}{10} = 5(A)$$

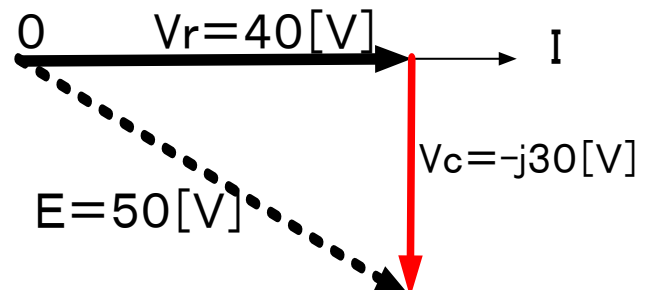
$$\therefore \dot{V}_c = -j \frac{1}{\omega C} I = -j6 * 5 = -j30(V)$$

$$\therefore V_r = RI = 8 * 5 = 40(V)$$

$$\therefore E = 40 - j30(V) \quad \therefore 4$$



電流倍 * 5倍したのが右図

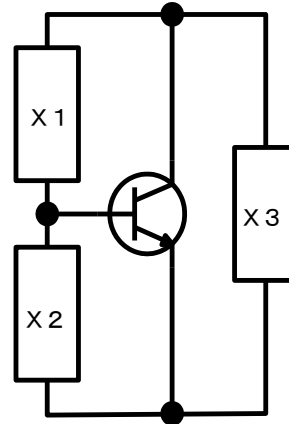


P103 9項の3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。
 $6^2 + 8^2 = 10^2$ を覚えていれば暗算で解が出せる。

問題 39 1アマ/H16/12月/A-9

図は変成器を用いない3端子接続形のトランジスタ発振回路の原理的構成を示したものです。この回路が発振する時のリアクタンスX1, X2及びX3の特性の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

	X 1	X 2	X 3
1	容量性	誘導性	誘導性
2	容量性	誘導性	容量性
3	誘導性	誘導性	容量性
4	誘導性	容量性	誘導性



問題39 解答 1

導入： 反結合発振回路が発振する条件はX2, X3は同一リアクタンスの時であり、かつX1が逆のリアクタンスの時に発振する。

X1, X2, X3の組み合わせは $2^3 = 8$ 通り。

C, L, Lの時がハートレー発振回路、

L, C, Cの時がコルピッツ発振回路。

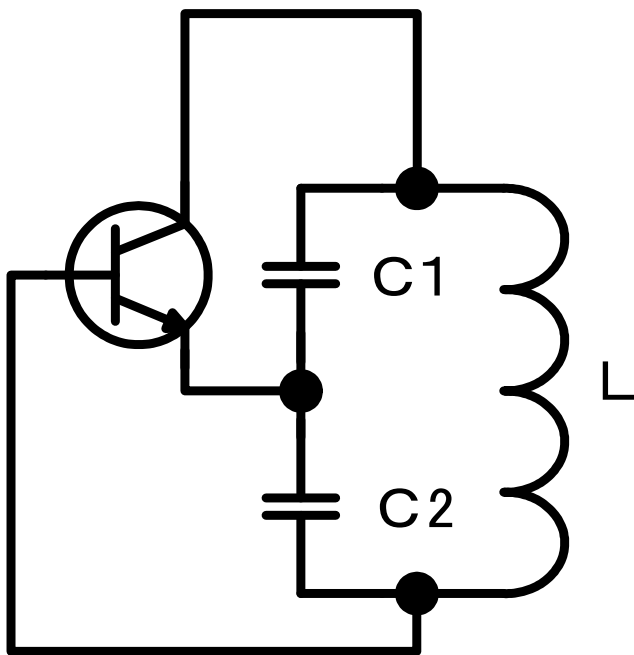
この二つの組み合わせしかないので覚えること。

解答

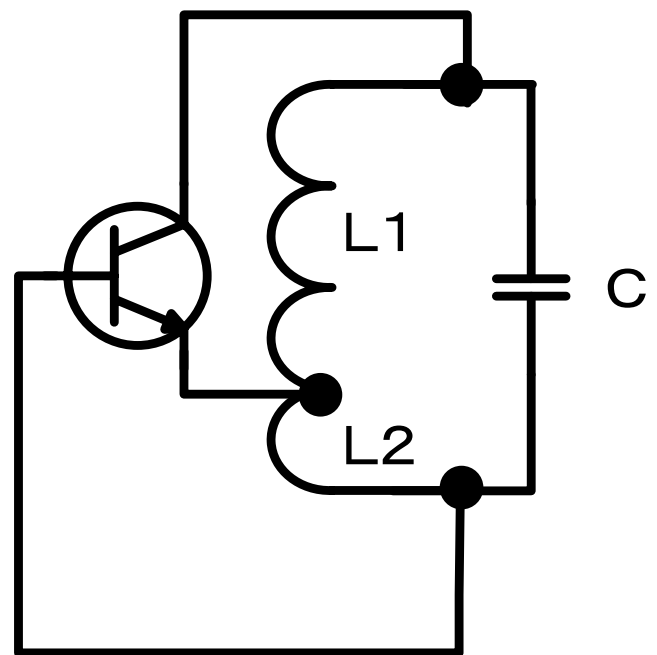
ハートレー発振回路 1

組合せ	X 1	X 2	X 3	発振条件	回路名
1	C	C	C	発振しない	—
2	C	C	L	発振しない	—
3	C	L	C	発振しない	—
4	C	L	L	○	ハートレー発振回路
5	L	C	C	○	コルピッツ発振回路
6	L	C	L	発振しない	—
7	L	L	C	発振しない	—
8	L	L	L	発振しない	—

X 1, X 2, X 3の組み合わせ表



コルピッツ発振回路



ハートレー発振回路

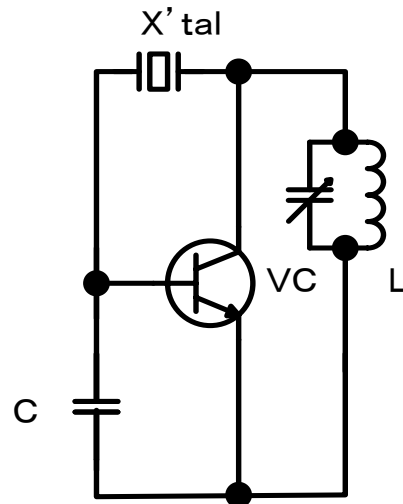
問題 40 2アマ/P74 Q37/H13以前の出題

次の記述は、図に示すピアースCB水晶発振回路について述べたものです。

[] 内に入れるべき字句の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

図の水晶発振回路では、水晶発振子のリアクタンスが誘導性でなければならない。したがって、同調回路が [A] のとき発振する。発振を安定に持続させるためには同調周波数を、発振周波数より少し [B] くして、そのリアクタンスを [C] とすればよい。

	A	B	C
1	誘導性	高	容量性
2	誘導性	低	容量性
3	容量性	低	容量性
4	容量性	低	誘導性
5	誘導性	高	誘導性



問題 40 解答 3

X'_{tal} はLなので、問題39からタンク回路はCの時発振。

タンク回路は共振点よりも低くして容量性でなければならない。

∴ 3

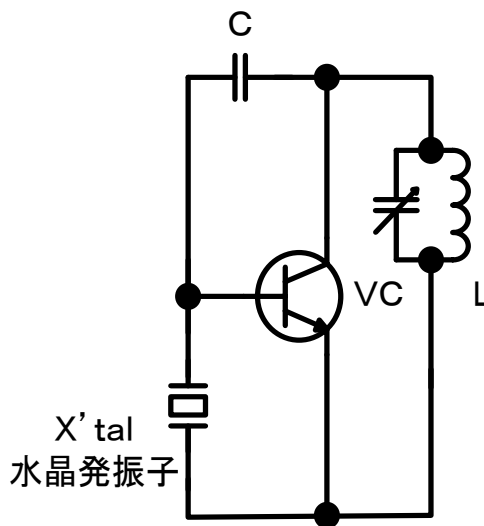
問題 4 1 2アマ/P75/Q39/H13以前の出題

次の記述は、図に示すピアースBE水晶発振回路について述べたものです。

[] 内に入れるべき字句の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

水晶発振子が [A] で、同調回路が [B] のときこの回路は発振するが、そのためには同調回路の同調周波数を、発振周波数より少し [C] すればよい。

	A	B	C
1	容量性	誘導性	高く
2	誘導性	誘導性	高く
3	容量性	容量性	低く
4	誘導性	容量性	高く
5	誘導性	容量性	低く



問題 4 1 解答 2

問題 4 4 とは全く逆の動作。

X'_{tal} は L なので、問題 3 9 からタンク回路は L の時発振。

タンク回路は共振点よりも高くして誘導性でなければならない。

∴ 2

ピアースBE回路とピアースCB回路の比較

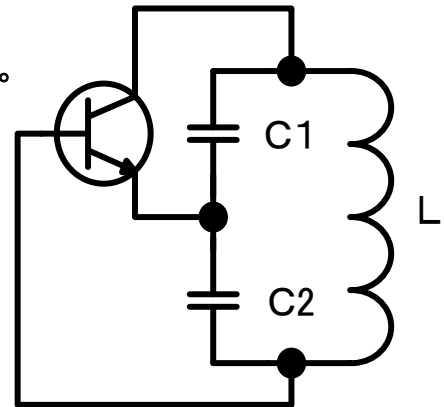
	ピアースBE回路	ピアースCB回路
回路図	<p>X'_{tal}=水晶発振子</p>	<p>X'_{tal}=水晶発振子</p>
同調回路の周波数特性	<p>停止 発振 停止</p> <p>発振の強さ</p> <p>この付近に調整</p> <p>VC</p> <p>小 $f=f_x$ 大</p> <p>J</p> <p>VC同調方向</p> <p>タンク回路のインピーダンス</p> <p>-J</p>	<p>停止 発振 停止</p> <p>発振の強さ</p> <p>この付近に調整</p> <p>VC</p> <p>小 $f=f_x$ 大</p> <p>J</p> <p>タンク回路のインピーダンス</p> <p>VC同調方向</p> <p>-J</p>
タンク回路の調整方法	<p>C, L, Lの時に発振。タンク回路がLの時発振。タンク回路を延長コイルとして使用ハートレー発振回路に類似。調整はバリコンを抜いた状態から徐々に入れていく。発振停止直前に合わせ</p>	<p>L, C, Cの時に発振。タンク回路がCの時発振。タンク回路を短縮コンデンサとして使用。コルピッツ発振回路に類似。調整はバリコンを入れた状態から徐々に抜いていく。発振停止直前に合わせ</p>

問題 4 2 2アマ/H15/8月/A-7

図に示すコルピッツ発振回路の原理図における発振周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、コンデンサC1及びC2の静電容量はそれぞれ0.002 [μF]、コイルLのインダクタンスは1 [mH] とする。

- 1 50 [kHz]
- 2 80 [kHz]
- 3 120 [kHz]
- 4 160 [kHz]
- 5 265 [kHz]



問題 4 2 解答 4

1 / 2π = 0.1591 を覚えていれば暗算で解が出せる。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

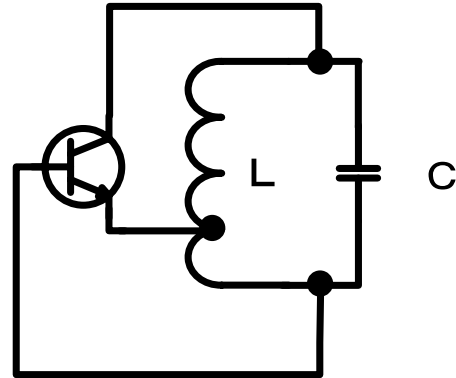
$$\text{合成静電容量} \quad C = \frac{C_1}{2} = \frac{0.002}{2} = 0.001 (\mu F)$$

$$\begin{aligned} \therefore f &= \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{1 * 10^{-3} * 0.001 * 10^{-6}}} \\ &= \frac{10^6}{2\pi} = 1.591 * 10^5 \doteq 160 * 10^3 = 160 (kHz) \quad \therefore 4 \end{aligned}$$

問題 43 1アマ/H18/8月/A-10

図に示すハートレー発振回路の原理図において、コンデンサCの静電容量が36 [%] 減少した時の発振周波数は何 [%] 変化するか。正しいものを下の番号から選べ。

- 1 18 [%]
- 2 25 [%]
- 3 30 [%]
- 4 36 [%]
- 5 64 [%]



問題 43 解答 2

導入： 変化率を求めているので比例関係で解析。

発信周波数は $f_0 = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$ から C の 1/2 乗に反比例することから

①、②式を誘導する。

発振周波数そのものを求めることは出来ない。

②は①の比例部分だけに注目。

③は小6で習う比の値からの一般的な解法。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

$$\textcircled{1} f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L} * \sqrt{\frac{(1-0.36)}{1} * C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} * \frac{1}{\sqrt{\frac{1-0.36}{1}}} = f_0 * \frac{1}{\sqrt{\frac{1-0.36}{1}}} = \frac{f_0}{\sqrt{0.64}} = 1.25 f_0$$

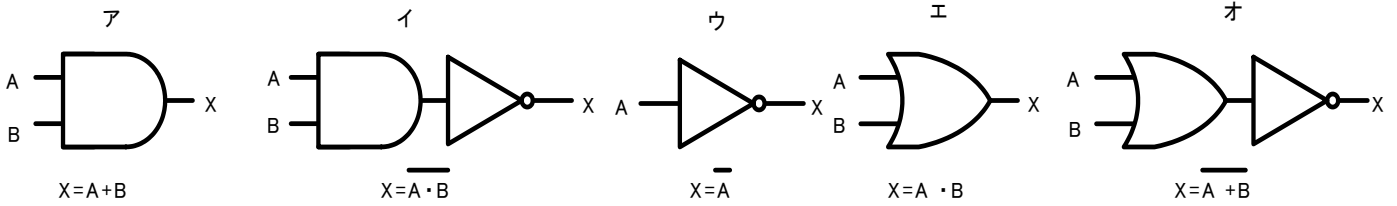
$$\textcircled{2} f \propto \frac{1}{\sqrt{C}} \therefore f = K \frac{1}{\sqrt{C'}} = \frac{K}{\sqrt{\frac{1-0.36}{1} C}} = \frac{K}{\sqrt{0.64 C}} = \frac{1.25 K}{\sqrt{C}} \therefore 1.25 - 1 = 0.25 \quad 25\% \quad UP \quad \therefore 2$$

$$\textcircled{3} f_0 : \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f' : \frac{1}{2\pi\sqrt{L} * \sqrt{\frac{(1-0.36)}{1} * C}} \therefore f_0 * 2\pi\sqrt{LC} = f' * 2\pi\sqrt{L} * \sqrt{\frac{(1-0.36)}{1} * C}$$

$$\therefore f_0 = f' * \sqrt{(1-0.36)} = f' * \sqrt{0.64} = 0.8 f' \therefore \frac{f'}{f_0} = \frac{1}{0.8} = 1.25 \therefore 1.25 - 1 = 0.25 \quad 25\% \quad UP \quad \therefore 2$$

問題 4 4 2アマ/H16/12月/B-2

次の図は、論理回路と論理式の組み合わせを示したものです。このうち正しいものを1, 誤っているものを2として解答せよ。



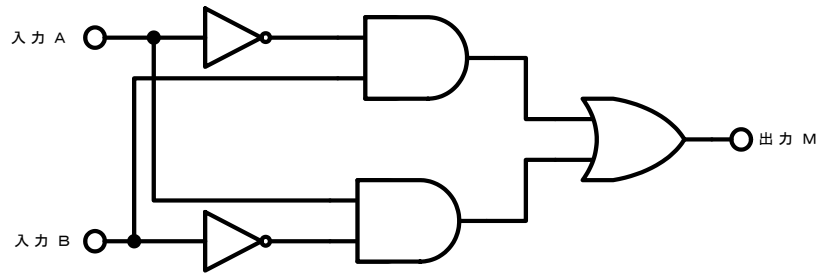
問題 4 4 解答

正解 1 は イ、ウ、オ

誤解 2 は ア $A \cdot B$
エ $A + B$

問題 45

1アマ/H17/12月/A-8
 図に示す論理回路の真理値表として、
 正しいものを下の番号から選べ。



1		
A	B	M
0	0	0
0	1	1
1	1	0
1	0	1

2		
A	B	M
0	0	0
0	1	1
1	1	1
1	0	0

3		
A	B	M
0	0	1
0	1	0
1	1	1
1	0	0

4		
A	B	M
0	0	1
0	1	0
1	1	0
1	0	1

問題 45 解答 1

インバータのある方に0が入力し、
 もう一方に1が来たとき成立。
 インバータ回路の入力に0が来た方のANDが成立。

入力に共に同信号が入ると2段目のAND不成立。出力は0。
 入力に共に異信号が入ると2段目のANDのいずれか一方
 が成立し出力は1。

排他的論理回路 イクスクルーシブオア (EOR) 回路は非
 常によく使われる回路なので書けるようにしておく。

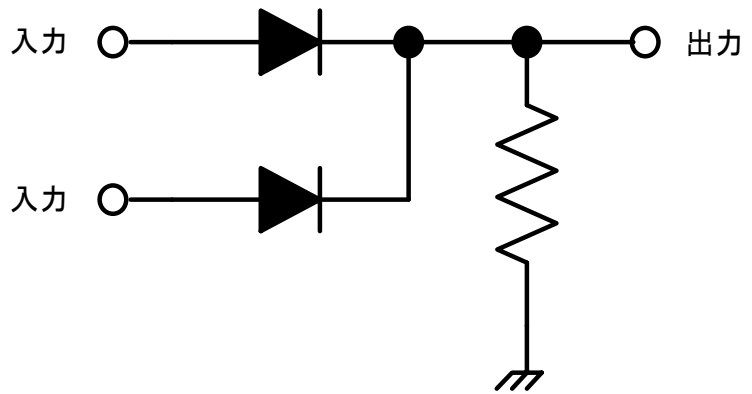
例えば

A = 「私の身長は 160cm である」と
 B = 「私の身長は 170cm である」は同時に成立することはない
 (積集合が空である) ので、 $(A \text{ xor } B)$ は $(A \vee B)$ と同じく
 「私の身長は 160cm または 170cm のいずれか一方が真である」
 となる。他的小論理回路 EOR 回路。∴ 1

問題 46 2アマ/H11/4月/一

いものを下の番号から選べ。

- 1 A N D回路
- 2 O R回路
- 3 N A N D回路
- 4 N O R回路
- 5 N O T回路



問題 46 解答 2

詳細は新上級ハムになる本 P 176 図4-86参照。

一方に、又は片方に1があると出力1，
両方0の時のみ出力0。
∴OR回路。∴2

入力1	入力2	出力
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

類題/A N D回路は問題 51参照。

問題 47 2アマ/H17/4月/A-7

表（真理値表）に示す入出力の値となる論理回路の名称として、正しいものを下の番号から選べ。
ただし、論理回路は正論理とする。

- 1 A N D回路
- 2 O R回路
- 3 N O T回路
- 4 N A N D回路
- 5 N O R回路

入力A	入力B	出力
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

問題 47 解答 5

ORの逆の動作。∴ NOR回路。

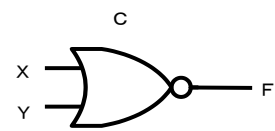
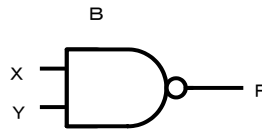
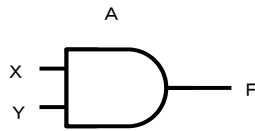
別解

出力を否定するとOR回路。ORの否定だからNOR回路。

問題 48 2アマ/H17/8月/A-8

図に示す各論理回路に $X=1, Y=0$ の入力を加えた時、各論理回路の出力 F の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

	A	B	C
1	0	1	0
2	0	0	1
3	0	1	1
4	1	0	1
5	1	0	0



問題 48 解答 1

①A 群

AND に 0 が入ると出力 0。 ∴ 1, 2, 3 ○, 4, 5 ×

②B 群

NAND に 0 が入ると出力 1。 ∴ 1, 3 ○, 2 ×

別解

AND に 0 が入ると出力 0。 + 否定があるので出力 1。

③C 群

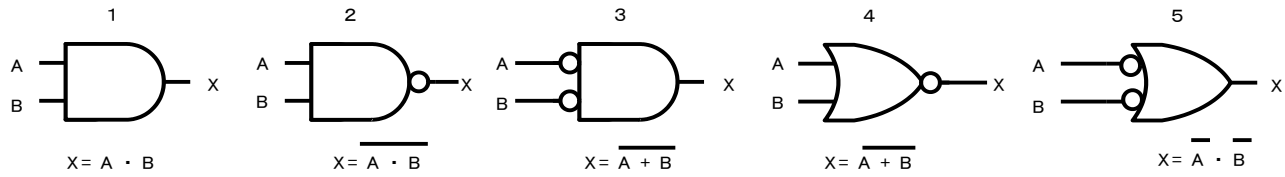
NOR に 1 が入ると出力 0。 ∴ 1, 3 ×

別解

OR に 1 が入ると出力 1。 + 否定があるので出力 0

問題 49 1アマ/H17/4月/A-8

次の図は、論理式と論理回路の組み合わせを示したものです。このうち誤っているものを下の番号から選べ。



問題 49 解答 5

1 は AND, 2 は NAND 回路で正解。

3 はドモルガンの定理から $\underline{A} \cdot \underline{B} = \underline{A + B}$ で

4 の回路と等価で正解。

4 は NOR 回路で正解。

5 はドモルガンの定理から $\underline{A + B} = \underline{A \cdot B}$ であり 2 の回路と等価。∴ $\underline{A \cdot B}$ ではないので誤 ∴ 5

1. ドモルガンの定理の変換方法

インバータの○印を前→後、後→前へ移動し、
入力の OR→AND、AND→OR へ変更する。
次ページの赤印の通り。

ドモルガンの定理 1 = 「AとBのANDの否定」と「Aの否定とBの否定のOR」とは等しい。 集合表現 $A \cap B = \overline{\overline{A} \cup \overline{B}}$			論理回路表現 $A \cdot B = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$
	$A \cap B$ 	$\overline{A \cap B}$ 	 $X = \overline{A \cdot B}$ AとBのANDの否定
\overline{A} 	\overline{B} 	$\overline{\overline{A} \cup \overline{B}}$ 	 $X = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$ Aの否定とBの否定のOR
ドモルガンの定理 2 = 「AとBのORの否定」と「Aの否定とBの否定のAND」とは等しい。 集合表現 $A \cup B = \overline{\overline{A} \cap \overline{B}}$			論理回路表現 $A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$
	$A \cup B$ 	$\overline{A \cup B}$ 	 $X = \overline{A + B}$ AとBのORの否定
\overline{A} 	\overline{B} 	$\overline{\overline{A} \cap \overline{B}}$ 	 $X = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$ Aの否定とBの否定のAND

ド・モルガンの定理による表現

ブール 代数式	 最高速度 A=150[km/h] 重量 B=1200[Kg]	表現 最高速度 A = 150 [Km/h] 重量 B = 1200 [Kg]
$\overline{A \cdot B}$	この車は最高速度が150Kであり、かつ重量が1200Kあることはない	
$\overline{A + B}$	この車は最高速度が150Kではなく、又は重量が1200Kではない	
$\overline{A} + \overline{B}$	この車は最高速度が150Kであり、又は重量が1200Kあることはない	
$\overline{A} \cdot \overline{B}$	この車は最高速度が150Kではなく、かつ重量が1200Kではない	

コラム 1.1. ブール代数の主な公式

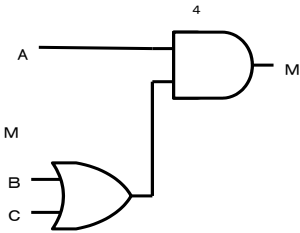
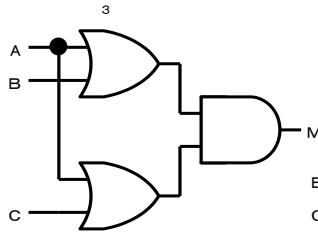
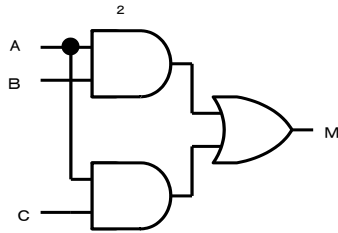
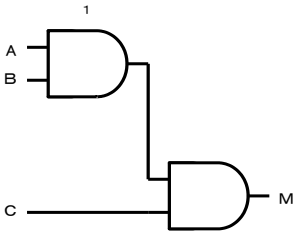
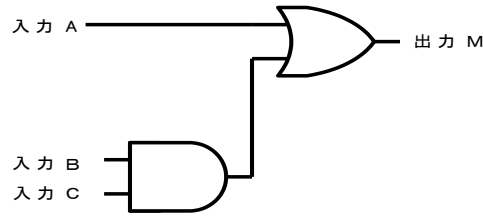
法則名	ブール代数式	法則名	ブール代数式
否定 (NOT)	$Y = \bar{A}$	単位元「1」と零元「0」	$1 \cdot A = A \quad 0 + A = A$
2重否定 (NOT (NOT))	$\bar{\bar{A}} = A$	補元	$A + \bar{A} = 1 \quad A \cdot \bar{A} = 0$
論理和 (OR)	$Y = A + B$	吸収則	$A + (A \cdot B) = A$ $A \cdot (A + B) = A$
論理積 (AND)	$Y = A \cdot B$		
交換則	$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$	分配則	$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$ $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$
結合則	$A + (B + C) = (A + B) + C$ $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$	ド・モルガンの定理	$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$ $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$

コラム 1.2. 各種波形の実効値、平均値、波形率、波高値

	波形	実効値	平均値	波形率	波高値
正弦波		$\frac{A}{\sqrt{2}} = 0.707 A$	$\frac{2A}{\pi}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
半波整流波		$\frac{A}{2} = 0.5 A$	$\frac{A}{\pi}$	$\frac{\pi}{2} = 1.571$	2
全波整流波		$\frac{A}{\sqrt{2}} = 0.707 A$	$\frac{2A}{\pi}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
二等辺三角波		$\frac{A}{\sqrt{3}} = 0.577 A$	$\frac{A}{2}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155$	$\sqrt{3} = 1.732$
方形波		A	A	1	1
台形波		$A \sqrt{1 - \frac{4\alpha}{3\pi}}$	$1 - \frac{\alpha}{\pi}$	$\frac{\sqrt{1 - \frac{4\alpha}{3\pi}}}{1 - \frac{\alpha}{\pi}}$	$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{4\alpha}{3\pi}}}$
のこぎり波		$\frac{A}{\sqrt{3}} = 0.577 A$	$\frac{A}{2}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155$	$\sqrt{3} = 1.732$
三角波		$\frac{A}{\sqrt{3}} = 0.577 A$	$\frac{A}{2}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155$	$\sqrt{3} = 1.732$
方形衝撃波		$A \sqrt{\frac{\alpha}{2\pi}}$	$\frac{\alpha A}{2\pi}$	$\sqrt{\frac{2\pi}{\alpha}}$	$\sqrt{\frac{2\pi}{\alpha}}$

問題 50 1アマ/H17/8月/A-10

図に示す論理回路と同一の動作を行う回路として、正しいものを下の番号から選べ。



問題50 解答 3

導入： 真理値表の作成

- ① A = 1 入力です必ず M = 1 に注目。
- ② A = 0 入力です B, C 入力の AND 回路。
- ③ 入力の組み合わせは $2^3 = 8$ 通り有り。

解答

回路 1 は A = 1 で B = 0 なら M = 0 で不成立。

回路 2 は

A = 1 入力です B = C = 0 入力です M = 0 で不成立。

回路 3 は A = 1 で B, C 入力に関係なく M = 1 で成立。

A = 0 で題意の回路と同じく B, C の AND 出力。

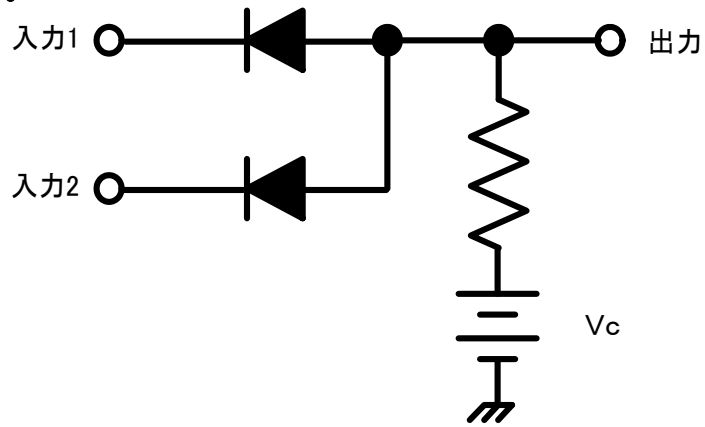
回路 3 真理値表合致。 ∴ 3

回路 4 は A = 1 入力です B = C = 0 の時 M = 0 で不成立。

組合せ	A	B	C	M
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

問題 5 1 1アマ/H15/4月/A-8

図に示す正論理の論理回路の名称として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 V_c を5[V]、入力及び出力において0[V]を「0」、5[V]を「1」とし、ダイオードの特性は理想的なものとする。



- 1 N O T回路
- 2 O R回路
- 3 N O R回路
- 4 A N D回路
- 5 N A N D回路

問題 5 1 解答 4

詳細は新上級ハムになる本 P 1 7 6 図 4 * 8 6 参照。

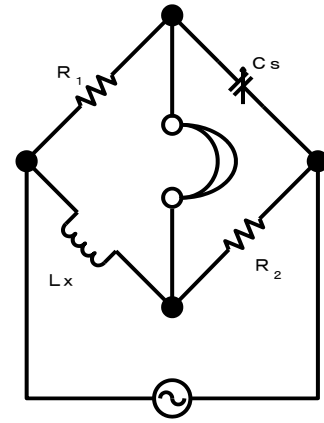
一方に、又は両者に0があると出力0、
両方1の時のみ出力1。
∴AND回路。∴4

入力1	入力2	出力
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

類題/OR回路は問題 4 6 参照。

問題 52 2アマ/P180/Q41

図はインダクタンスを測定するためのブリッジで平衡状態にある。いま R_1 、 R_2 を既知抵抗、 C_s は標準精密可変コンデンサである時、未知のインダクタンス L_x の値を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。



- 1 $L_x = \frac{R_1}{R_2} C_s$ 2 $L_x = R_1 R_2 C_s$
 3 $L_x = \frac{R_2}{C_s} R_1$ 4 $L_x = \frac{1}{R_1 R_2 C_s}$ 5 $L_x = \frac{R_2}{R_1} C_s$

問題52 解答 2

詳細は新上級ハムになる本 P338 10-18式参照。

ブリッジの平衡条件は対辺の積が等しい。

$$R_1 R_2 = \frac{1}{j\omega C_s} * j\omega L_x \qquad R_1 R_2 = \frac{L_x}{C_s}$$

$$\therefore L_x = R_1 R_2 C_s \qquad \therefore 2$$

類似問題

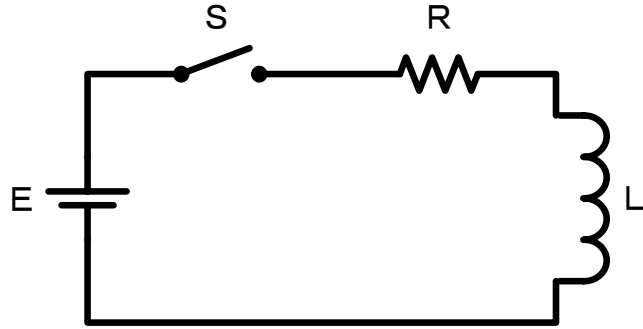
C_s を求めよ。ただし C_s を除いて全て既知とする。

$$\therefore C_s = \frac{L_x}{R_1 R_2}$$

問題 53 1アマ/H16/8月/A-4

図に示す直列回路において、スイッチSを接 [ON] にして10 [V] の直流電源Eから50 [Ω] の抵抗Rと自己インダクタンスが20 [H] のコイルLに電流を流すと、回路電流は0から時間と共に増加し、定常状態では200 [mA] となる。スイッチSを接 [ON] にしてから回路電流が定常状態の電流値の63.2%となるまでの時間（時定数の値）として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.2 [S]
- 2 0.4 [S]
- 3 1 [S]
- 4 2.5 [S]
- 5 4 [S]



問題53 解答 2

$$\tau = L/R = 20/50 = 0.4 \text{ [Sec]} \quad \therefore 2$$

	微分回路／ハイパスフィルタ	積分回路／ローパスフィルタ
CRの組合せ 時定数 $\tau = CR$		
RLの組合せ 時定数 $\tau = L/R$		
出力電圧 波形		

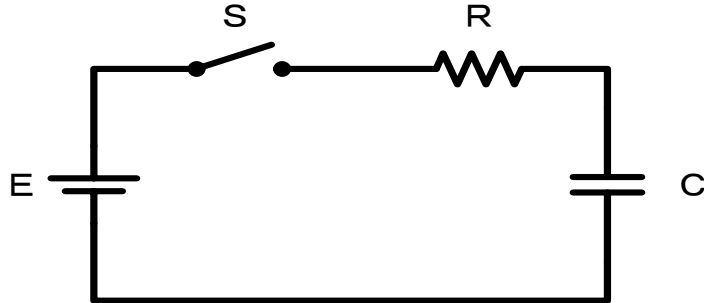
抵抗の位置を90度ローテーションさせ、リアクタンスを90度抵抗の位置へローテーションさせて且つ C→L L→Cに変更した回路と等価。コンデンサの回路に変更して考えた方がわかりやすい。ただし回路電流はCの時は定常状態で0、Lの時は定常状態でE/Rが流れる。

Cはパルス発生に、Lは昇圧回路に利用されている。Q53はCを用いた微分回路と出力電圧等価。

問題 54 1アマ/H16/4月/A-4

図に示す回路において、静電容量100 [μF] のコンデンサCを100 [kΩ] の抵抗Rを通して100 [V] の直流電源Eで充電する時、スイッチSを接 [ON] としてから回路の時定数と等しい10秒後のCの端子電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧を加える前のCには電荷が蓄えられていなかったものとする。

- 1 36.8 [V]
- 2 63.2 [V]
- 3 70.7 [V]
- 4 86.7 [V]
- 5 95 [V]



問題54 解答 2

導入： 指数関数なので解析はむづかしい。答を覚えることが答え。

解答／時定数 $\tau = CR = 100 * 10^{-6} * 100 * 10^3 = 10$ 秒
 時定数の時間後にCの電圧は電源の63.2%に達す。

0.632は過度現象から来ている。

Q57の3式から $t = CR$ を代入すれば

$$\therefore E_C = 0.632 * 100 = 63.2 \text{ (V)} \quad \therefore 2$$

$$E_C = E(1 - e^{-1}) = E(1 - \frac{1}{2.71828}) = 100 * (1 - 0.3679) = 100 * 0.6321 = 63.2[V]$$

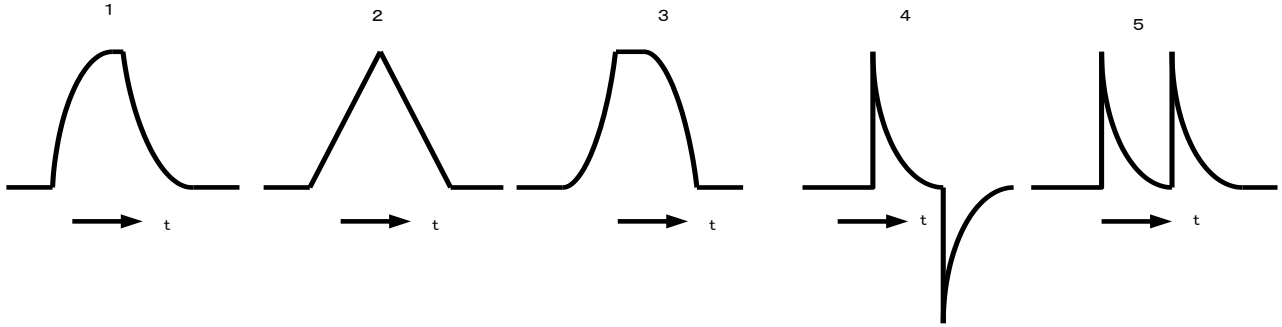
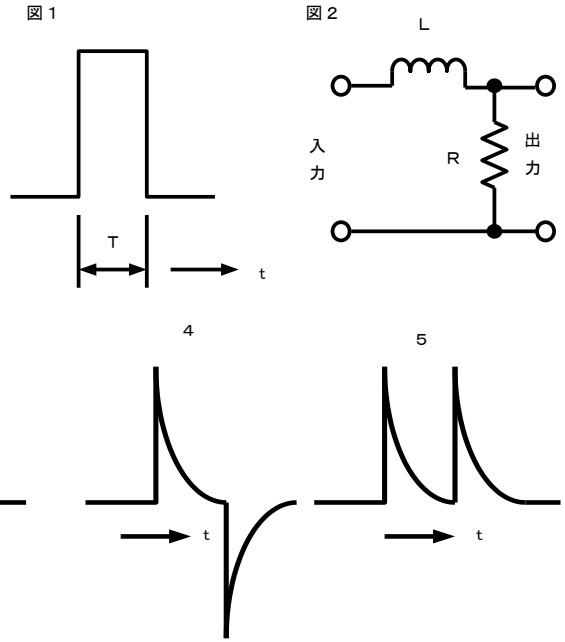
時定数の次元解析により単位はT [Sec]

	CR直列回路	LR直列回路
時定数 T[Sec]	CR	L/R
C及びLの定義	$C = \frac{Q}{V} = \frac{I * dt}{dv} = \frac{[A][T]}{[V]} = \frac{[T]}{[\Omega]}$	$L = \frac{e}{\frac{dI}{dt}} = \frac{e * dt}{dI} = \frac{[V][T]}{[I]} = [\Omega][T]$
時定数の単位	$CR = \frac{[T]}{[\Omega]} * [\Omega] = [T]$	$\frac{L}{R} = [\Omega][T] \frac{1}{[\Omega]} = [T]$

問題 55 1アマ/H16/4月/A-9

図に示す幅Tの方形波電圧を図2に示す回路の入力端子に加えた時、出力端子に現れる電圧波形として、最も近いものを下の番号から選べ。

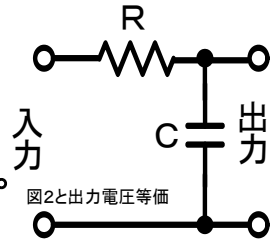
ただし、tは時間を示し、
 時定数 $\frac{L}{R} < T$ とする。



問題 55 解答 1

入力側にLが有るので過度現象としてレンツの法則を適用する。出力は急激に立ち上がり飽和、急激に立ち下がり0。

∴ 1 L→R, R→Cの回路（右図）と等価。積分回路。

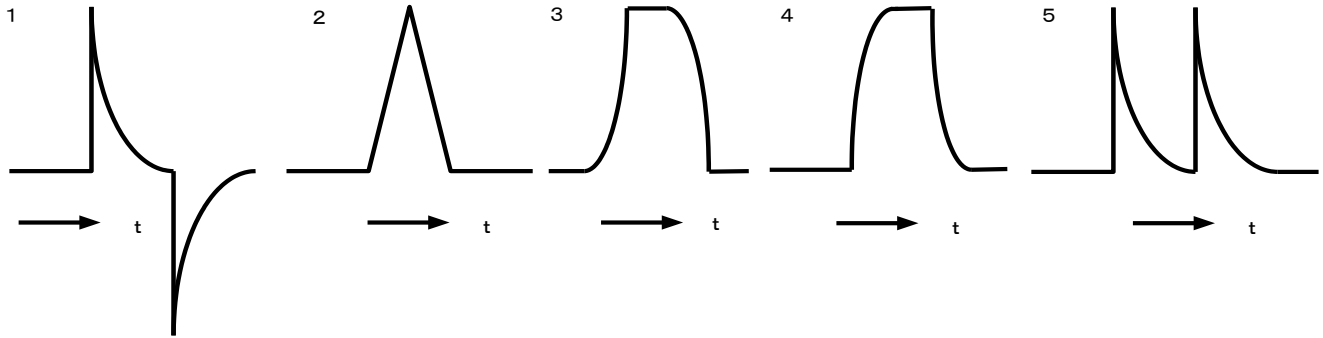
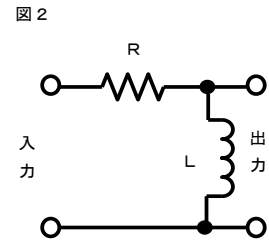
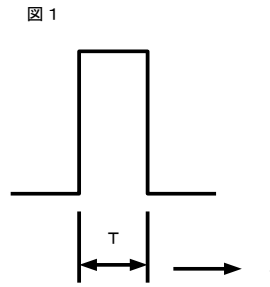


	微分回路／ハイパスフィルタ	積分回路／ローパスフィルタ
CRの組合せ 時定数 $\tau = CR$		
RLの組合せ 時定数 $\tau = L/R$		
出力電圧 波形		

問題 56 1アマ/H17/8月/A-9

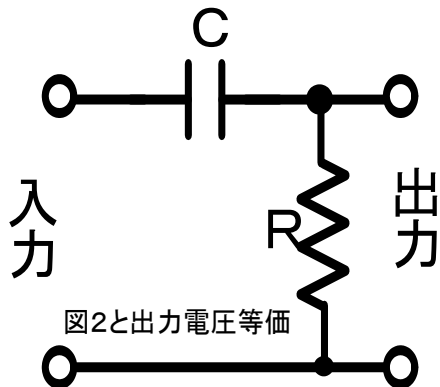
図1に示す幅 t の方形波電圧を図2に示す微分回路の入力に加えた時、出力に現れる電圧として最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、 t は時間を示し、時定数 $\frac{L}{R} < T$ とする。



問題 56 解答 1

入力側にLが有るので過度現象としてレンツの法則を適用する。
出力は0→電源電圧→急激に立ち下がる→定常状態0→-電源電圧→急激に立ち上がり→定常状態0。
R→C, L→Rの回路(下図)と等価。微分回路。前ページ参照。

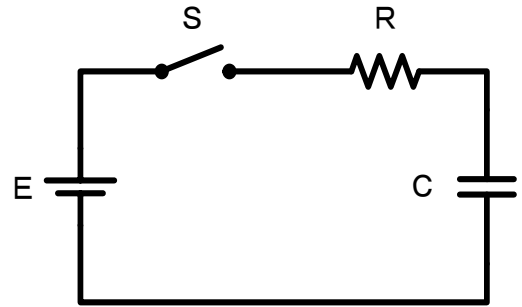


Cは主に波形整形、積分、微分回路に用いられる。弱電回路用。
Lは主に蓄えたエネルギーを放出させる、チョッパ、昇圧回路、イグナイター等に用いられる。強電回路用。

問題 57 1アマ/H17/8月/A-4

図に示す回路において、コンデンサC [F] と抵抗Rの回路を直流電源E [V] で充電する時、スイッチSを接 (ON) としてから t [S] 後のCの端子電圧 v [V] を示す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧を加える前のCには電荷が蓄えていなかったものとする。

- 1 $v = E(e^{-\frac{1}{CR}t})$ 2 $v = E(-e^{-\frac{1}{CR}t})$
 3 $v = E(1 - e^{-\frac{1}{CR}t})$ 4 $v = E(1 - e^{-CRt})$
 5 $v = E(1 - e^{-CRt})$

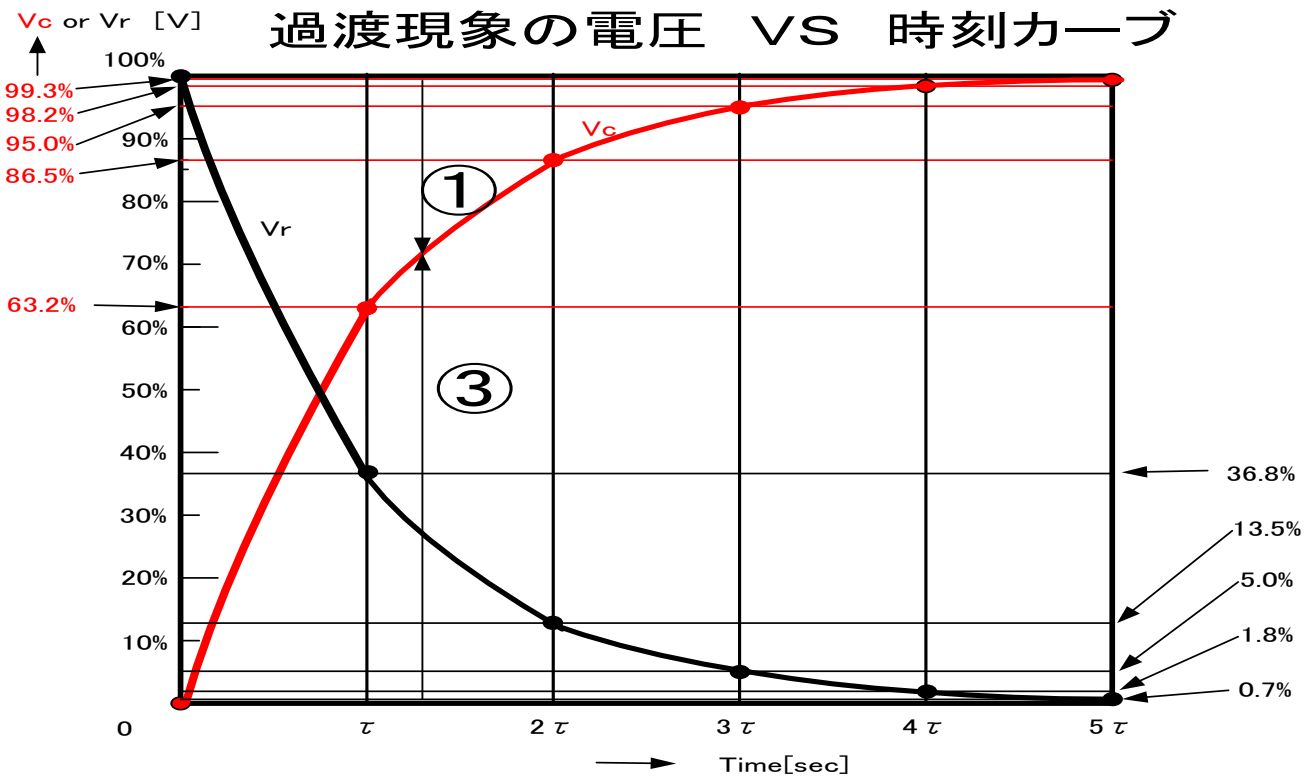


問題57 解答 3

導入：指数関数なので解析はむづかしい。
 答を覚えることが答え。

解答 定常解 t = 0 の時 $E_c = 0$, t = ∞ の時 $E_c = E$,
 次元は [V] が正解。∴ 3
 RC の過度現象：積分回路。

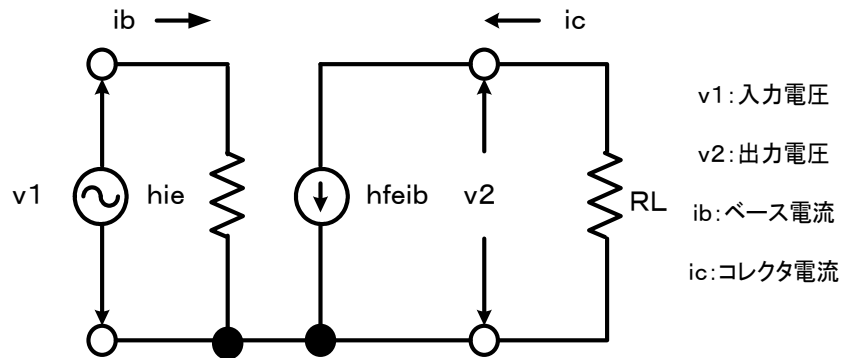
	V の値		次元 解析 V が正解	Ans.
	t = 0 0 が正解	t = ∞ E が正解		
1式	E	0	[V]	×
2式	-E	0	[V]	×
3式	0	E	[V]	○
4式	0	-∞	[T ²] 不定形	×
5式	0	E	[T ⁻²] 不定形	×



問題 58 1アマ/H15/12月/A-10

図は、トランジスタのエミッタ接地増幅回路を簡略化したh定数による等価回路で示したものです。入力インピーダンス h_{ie} を2[k Ω]、電流利得 h_{fe} を60(真値)及び負荷抵抗 R_L を6[k Ω]としたとき、電力利得(真値)の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 360
- 2 720
- 3 10800
- 4 21600
- 5 32400



問題58 解答 3

詳細は新上級ハムになる本 P138 4-15式参照
 電圧利得は h_{ie} が小さいほど、 h_{fe} 、 R_L が大きいほど大きくなる。
 電力利得は電圧利得の h_{fe} 倍となる。
難しい式ではないので次の2式を覚えてしまう。

$$\text{電圧利得 } A_v = \frac{v_2}{v_1} = \frac{h_{fe} * i_b * R_L}{h_{ie} * i_b} = \frac{h_{fe} * R_L}{h_{ie}}$$

$$\text{電力利得 } A_p = \frac{P_c}{P_b} = \frac{(h_{fe} * i_b)^2 R_L}{i_b^2 h_{ie}} = \frac{h_{fe}^2 R_L}{h_{ie}} = h_{fe} * A_v$$

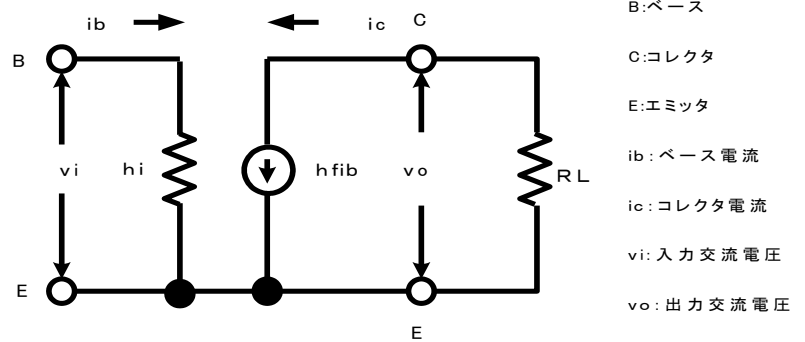
$$\text{電力利得 } A = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力電力}} = \frac{(h_{fe} * i_b)^2 * R_L}{i_b^2 * h_{ie}}$$

$$= \frac{h_{fe}^2 * R_L}{h_{ie}} = \frac{60^2 * 6}{2} = 3600 * 3 = 10800 \quad \therefore 3$$

問題 59 1アマ/H17/4月/A-9

図に示すエミッタ接地トランジスタ増幅器の簡易等価回路において、入力インピーダンスが h_i 、電流増幅率が h_f 、負荷抵抗が R_L の時、この回路の電圧増幅度 A を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $A = -hf$ 2 $A = -hfRL$
 3 $A = -\frac{hf}{hi}$ 4 $A = -\frac{hf^2RL}{hi}$
 5 $A = -\frac{hfRL}{hi}$



問題 59 解答 5

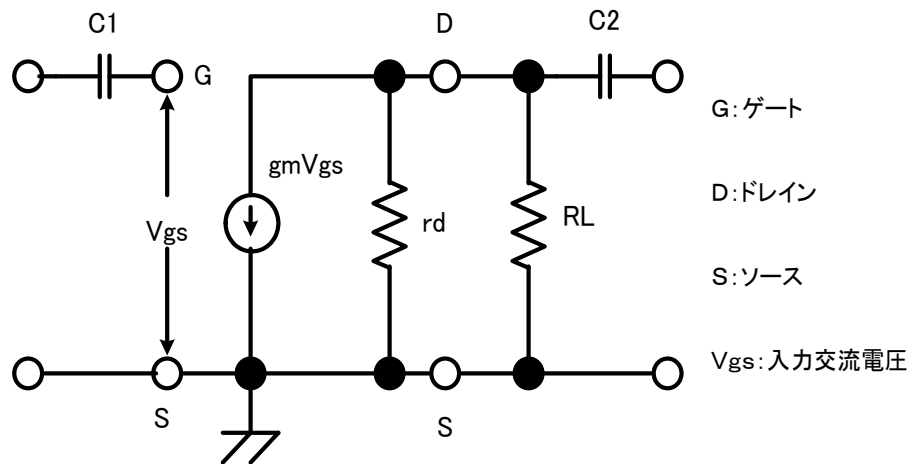
詳細は新上級ハムになる本 P138 4-13式参照。

$$\text{電圧増幅度 } A = \frac{\text{出力電圧 } V_o}{\text{入力電圧 } V_i} = \frac{-hf * i_b * RL}{i_b * h_i} = \frac{-hf * RL}{h_i} \therefore 5$$

問題 60 1アマ/H17/12月/A-10

図に示す電界効果トランジスタ（FET）増幅器の等価回路において、相互コンダクタンス g_m が 8 [ms] 、ドレイン抵抗 r_d が $20 \text{ [k}\Omega\text{]}$ 、負荷抵抗 R_L が $5 \text{ [k}\Omega\text{]}$ のとき、電圧増幅度の大きさとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ゲート抵抗は充分大きい値とし、コンデンサ C_1 及び C_2 のリアクタンスは、増幅する周波数において充分小さいものとする。

- 1 8
- 2 12
- 3 16
- 4 32
- 5 40



問題 60 解答 4

詳細は新上級ハムになる本 P140 4-20式参照。

導入： g_m の次元は 電流/電圧 $[\text{mA/V}] = 1/\text{抵抗} [\text{ohm}]$

g_m に電圧 V_{gs} をかけると電流となる。つまり定電流電源。

これに負荷抵抗をかけると出力電圧となる。

真空管，FETと等価。 \therefore 電圧増幅度 $A = -g_m * \text{交流負荷抵抗}$

$$\text{電圧増幅度 } A = \frac{\text{出力電圧 } V_{ds}}{\text{入力電圧 } V_{gs}}$$

$$= \frac{-g_m * V_{gs} * \left(\frac{rd * RL}{rd + RL} \right)}{V_{gs}}$$

$$= -8 * 10^{-3} * \left(\frac{20 * 5}{20 + 5} \right) * 10^3$$

$$= -8 * \frac{100}{25} = -8 * 4 = -32 \quad \therefore 4$$

問題 61 1アマ/H18/8月/A-19

次の記述は、半波長ダイポールアンテナの電気的特性について述べたものです。[] 括弧内に入れるべき字句の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

半波長ダイポールアンテナにおいて、中央部分から給電した時の放射抵抗は約[A] $[\Omega]$ 、実効長は [B] $[m]$ であり、アンテナ利得を [C] で表すと約2.15 [dB] である。

	A	B	C
1	50	λ/π	絶対利得
2	50	$\lambda/2\pi$	相対利得
3	73	λ/π	相対利得
4	73	$\lambda/2\pi$	相対利得
5	73	λ/π	絶対利得

問題61 解答 5

詳細は新上級ハムになる本 P271 8-10 式参照

P273 8-14 式は間違い。正しくは

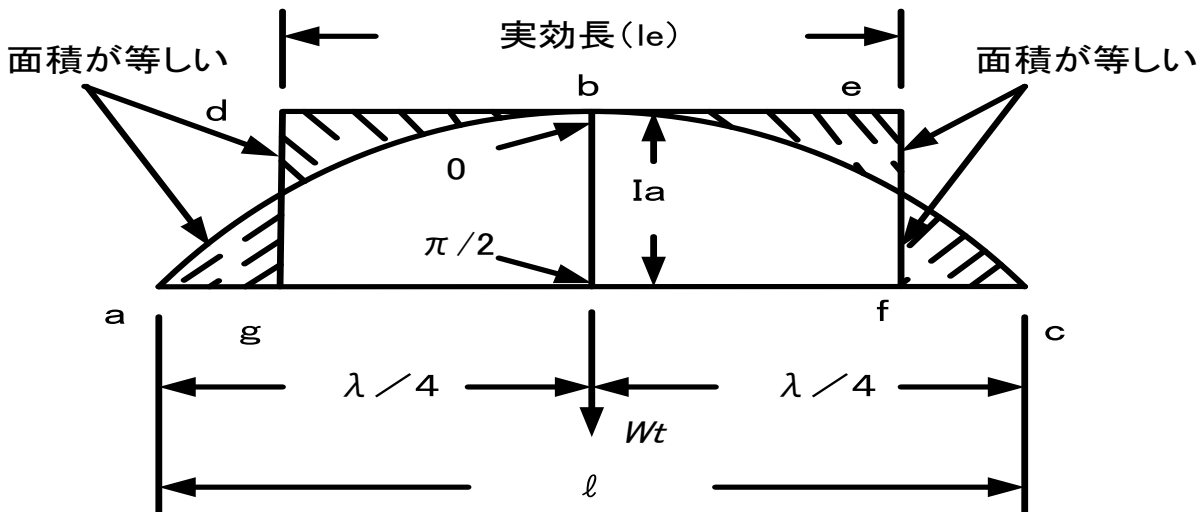
相対利得 $G_o = \text{絶対利得 } G_a - 2.15 [dB]$ 。P105のdB参照

解答/アンテナに流れる電流は半波長ダイポールでは給電点で最大、両端で0。最大電流 I_a がどの部分にも同じように流れる仮想のアンテナを考え、そのアンテナの放射電力が元のアンテナの放射電力と同一になる長さを実効長 l_e といいます。

abc に囲まれた面積と等しく、かつ、中央部の電流 I_a を一辺とする長方形 $defg$ を作ると、 de の長さ l_e が実効長になります。

相対利得は0 dB, 絶対利得は2.15 dB。∴5

$$l_e = \frac{2}{\pi} l = \frac{2}{\pi} * \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{\pi} [m]$$



問題 62 1アマ/H18/8月/A-19

周波数が10.1 [MHz]、電界強度が30 [mV/m] の電波を半波長ダイポールで受信した時、受信機の入端子電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。但し、アンテナと受信機入力回路は整合されているものとする。

- 1 30.3 [mV]
- 2 50.8 [mV]
- 3 70.9 [mV]
- 4 141.9 [mV]
- 5 283.8 [mV]

問題62 解答 4

導入：インピーダンスマッチしているので $R=Z$ が成立。

∴電圧は $1/2$ (-6 dB) となる。電力利得ではないので注意。

①波長 λ を求める。

②実効長 l_e を求める。上級ハムになる本P271 8-10式

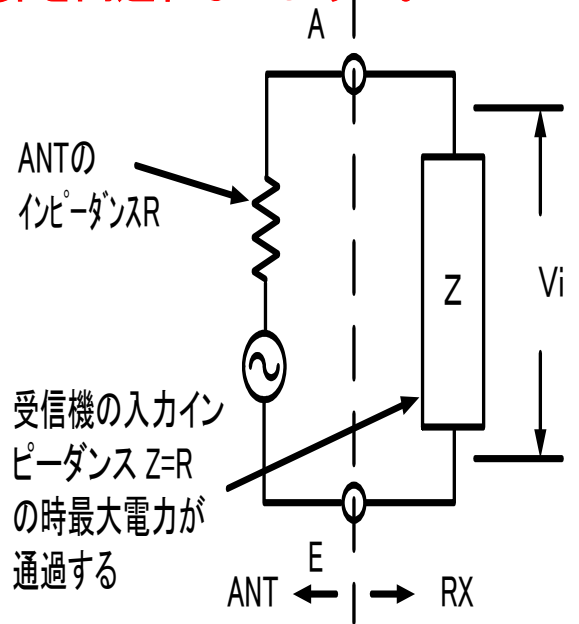
③入力端子電圧を求める/展開： 機械的な計算を間違わないように。

解答

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{10.1 * 10^6} = 29.7 [m]$$

$$l_e = \frac{\lambda}{\pi} = \frac{29.7}{\pi} = 9.46 [m]$$

$$\begin{aligned} \therefore V_i &= \frac{E l_e}{2} = \frac{30 * 10^{-3} * 9.46}{2} \\ &= \frac{283.75}{2} = 141.875 [mV] \quad \therefore 4 \end{aligned}$$



暗算による解法

$1/\pi = 0.318$ を覚えていれば計算が断然速い。P104 参照
 WACバンドの10 [MHz] の波長 $\lambda \doteq 30 [m]$ ハロー CQ 30m
 ハムでは知らない人はいないはず、これ常識よ。

$$l_e = 30 / \pi = 0.318 * 30 \doteq 9.5 [m]$$

$$V_i = 30 * 9.5 / 2 \doteq 300 / 2 = 150 [mV]$$

$$\text{分子を} +5\% \text{大きくしたので } 150 * 0.95 = 142.5 [mV] \quad \therefore 4$$

13. 各種 dB 解説*** P105のdBμの項参照

受信機に接続する前、つまりアンテナ単体解放時では284 [mV] あったものが接続すると電流が流れて142 [mV] となった。

本問題は受信機の入力端子に入力したときの電圧を指定している。
インピーダンスマッチングしたときに最大の電力が受信機に流れ込む。
起電力に同じ値の抵抗が直列に接続されるので電圧は1/2となる。
1/2を忘れると起電力 dBμ EMF を選んでしまって×

$V_i = E \cdot i_e$ の誘起電圧は dBμ EMF を表している。これを1/2したものが dBμ。
問題は dBμ を求める指定があるので1/2する。

以下 Wikipedia より

dBμ : $1 \mu V_{rms}$ (0.00001 V_{rms}) を 0dB としたものの。主に無線通信の分野で使用される。

dBμ EMF, dBμ (emf)

無線通信の分野で高周波信号発生器 (SG) の出力電圧を表現する場合、SG の出力を信号源インピーダンスで終端したときの電圧 (終端電圧) で表現する場合と、SG の出力を開放したときの電圧 (開放電圧) で表現する場合があります。両者は 6dB の差があるため、開放電圧で表現する場合は、dBμ に続けて EMF (Electro Motive Force の略) と付記するか、別に説明する必要がある。例えば 50Ω の場合、113dBμ EMF と 107dBμ はどちらも同じであり約 0dBm である。日本では、業務用無線機や PDC 方式携帯電話機で dBμ EMF が使われることが多い。米国やアマチュア無線では dBμ が使われることが多い。規格や仕様で EMF が省略されて書かれていることもあるため注意が必要である。例えば、-6dBμ の受信感度の業務無線機と、-12dBμ の受信感度のアマチュア無線機は、どちらも同じ受信感度であるが、アマチュア無線機のほうが受信感度が良いと誤認するおそれがある。dBm で表示すれば間違いおそれはない。

第1級ハム解説付き問題集 1999.6.1版、P310、問題2、H4. 7は入力に同調コイルがありQがある場合は解き方が全く異なるので注意。

かなり複雑な計算が必要な難問題。答えは3の530 [mV]。挑戦してみてください。
この問題が解けたら1級合格間違い無しです。

問題】2 図に示す受信機入力回路において、受信電波14.22 (MHz)、受信電界強度 $100 [\mu V/m]$ の地点にて、長さ5 (m) の垂直接地空中線で電波を受信した場合、同調回路 (L_2C 回路) のCは受信電波同調時に $50 [pF]$ であった。このとき FET のゲート、ソース間の入力電圧 E (V) の値で、最も近いものは、次のどれか。

ただし、同調回路の実効抵抗値は $3 [\Omega]$ 、相互インダクタンス M は $75 [\mu H]$ 、アンテナ回路のインピーダンスを $300 [\Omega]$ とし、空中線の実効高は $[(2/\pi) \times \text{アンテナの実長}]$ で求めること。

***4/7

1 7.1 [mV] 2 176 [mV] 3 530 [mV] 4 1.050 [mV]
5 1.590 [mV]

答 3
解説

- ① 垂直接地空中線の実効高 h_e (m) は、題意から、
 $h_e = \frac{2}{\pi} \times \text{空中線の実長} (m) = \frac{2}{3.14} \times 5 = 3.18 (m)$
- ② アンテナに誘起する起電力 E_s (V) (§ 1-8 (空中線及び給電線) の問題22参照) は、
 $E_s = \text{電界強度} (V/m) \times \text{空中線の実効高} (m)$
 $= 100 \times 10^{-6} \times 3.18 = 318 \times 10^{-6} (V)$
- ③ 垂直接地空中線に接続されているコイル L_1 を流れる電流 I_1 (A) は、

$$I_1 = \frac{E_s}{\text{受信機入力回路のインピーダンス}} = \frac{318 \times 10^{-6}}{300} = 1.06 \times 10^{-6} (A)$$

④ 同調回路のコイル L_2 に誘起する電圧 E_0 (V) は、 L_1 と L_2 の相互インダクタンスを M (H)、同調回路の受信周波数を f (Hz) とすれば、

$$E_0 = \omega M I_1 = 2 \pi f M I_1$$

$$= 2 \times 3.14 \times 14.22 \times 10^6 \times 75 \times 10^{-6} \times 1.06 \times 10^{-6} \approx 7.100 \times 10^{-6}$$

$$= 7.1 \times 10^{-3} (V)$$

⑤ 同調回路のQは、受信電波に同調したときの同調回路のコンデンサの静電容量を C (F)、実効抵抗を R (Ω) とすれば、

$$Q = \frac{1}{\omega C R} = \frac{1}{2 \pi f C R} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 14.22 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-12} \times 3} \approx \frac{1}{13.395.24 \times 10^{-4}}$$

$$= \frac{1}{0.0133952} \approx 74.65$$

⑥ 求めるFETのゲートとソース間の入力電圧、すなわち同調回路のコンデンサ (またはコイル) の両端の電圧 E は、

$$E = Q E_0 = 74.65 \times 7.1 \times 10^{-3} \approx 530 \times 10^{-3} (V) = 530 (mV)$$

問題 63 2アマ/H17/12月/A-15

送信点 P_1 から相対利得 6 [dB] の八木アンテナにより放射電力 80 [W] で送信した時、最大放射方向の受信点 P_2 で電界強度 E_0 が得られたとする。次に送信点 P_1 から半波長ダイポールアンテナで送信した時、最大放射方向の受信点 P_2 で同じ電界強度 E_0 を得るために必要な放射電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

ただし、 $\log 2 \approx 0.3$ とする。

- 1 120 [W]
- 2 160 [W]
- 3 240 [W]
- 4 320 [W]

問題63 解答 4

電力比は2倍が3 dBを覚えていると解が断然早い。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

半波長ダイポールには80Wの+6 [dB] 入力電力を入れないと同じ電界強度が得られない。

$$6 \text{ [dB]} = 3 \text{ [dB]} + 3 \text{ [dB]}$$

∴ $G = 2 * 2 = 4$ 倍の電力増幅が必要。

2. 電力利得表 P97 参照

$$\therefore P = 4 * 80 \text{ [W]} = 320 \text{ [W]} \therefore 4$$

$$\textcircled{1} 10 \log G = 6 \quad \log G = 0.6 = 0.3 + 0.3 = \log a + \log b = \log(a * b)$$

$$\therefore a = 2, b = 2 \quad \therefore G = 2 * 2 = 4 \text{ 倍}$$

$$\textcircled{2} 6 \text{ [dB]} = 10 \text{Log} G \quad \text{Log} G = 0.6$$

$$G = \text{Log}^{-1} 0.6 = \text{Log}^{-1} (0.3 + 0.3) = 2 * 2 = 4 \text{ 倍}$$

$$\textcircled{3} 10 \log G = 6 \quad \log G = 0.6$$

(シ) ロオニから真数4を誘導 ∴ $G = 4$

12. 無理数の語呂合わせによる覚え方 P104

式	値	ゴロアワセ1	ゴロ2	誘導式1
$\text{Log} 4$	0.602	(シ) ロオニ	白鬼	$\text{Log} 2^2 = 2 \text{Log} 2 = 2 * 0.301 = 0.602$

問題 64 1アマ/H17 / 7月/A-10

利得が19 [dB] の増幅器において、入力電力が50 [mW] であるとき、この増幅器の出力電力として、最も近いものを下の番号から選べ。

1 2.5 [W] 2 4.0 [W] 3 5.0 [W] 4 7.8 [W] 5 9.5 [W]

問題64 解答 2

電力比は2倍が3 dBを覚えていると解が断然早い。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

① $19 [dB] = 10 [dB] + 3 [dB] + 3 [dB] + 3 [dB]$

10 [dB] が*10 倍, 3 [dB] が*2 倍だから電力利得 G は

$G = 10 * 2 * 2 * 2 = 80 [倍] \therefore G_p = 80 * 50 = 4000 [mW] = 4 [W] \therefore 2$

② 電力利得を G とする。 $19 = 10 \text{Log } G$

$\text{Log } G = 19/10 = 1.9$

$\therefore G = \log^{-1} 1.9 = \log^{-1} (1.0 + 0.3 + 0.3 + 0.3) = 10 * 2 * 2 * 2 = 80 [倍]$

$\therefore G_p = 80 * 50 = 4000 [mW] = 4 [W] \therefore 2$

2. 電力利得表 P 97 参照

③ $G = \log^{-1} 1.9$ の指標 1 から 10^1 , 仮数 0.9 から 8 を誘導。 $\therefore G = 10^1 * 8 = 80 [倍]$

12. 無理数の語呂合わせによる覚え方 P 104

式	値	ゴロアワセ 1	ゴロ 2	誘導式
$\text{Log } 8$	0.90	(犯人をパ) クレ		$\text{Log } 2^3 = 3 * 0.301 = 0.903$

問題 65 1アマ/H17/12月/A-20

半波長ダイポールアンテナに16 [W] の電力を加え、又、多段スタックの八木アンテナに1 [W] の電力を加えた時、両アンテナの最大放射方向の同一距離の所で、それぞれのアンテナから放射される電波の電界強度が等しくなった。この時八木アンテナの相対利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、整合損失や給電線損失などの損失は無視できるものとする。

1 8 [dB] 2 9 [dB] 3 10 [dB] 4 12 [dB] 5 18 [dB]

問題65 解答 4

電力比は2倍が3 dBを覚えていると解が断然早い。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

①電力比で2倍は3 [dB]。∴ $G=16W/1W=16$ 倍 $=2*2*2*2$

∴ $G_0=3 [dB]+3 [dB]+3 [dB]+3 [dB]=12 [dB]$ 。∴ 4

2. 電力利得表 P 9 7 参照

別解

$$\textcircled{2} G = 10 \log \frac{p_0}{p} = 10 \log \frac{16}{1} = 10 * \log 2^4$$

$$= 40 * \log 2 = 40 * 0.3010 = 12.04 [dB] \quad \therefore 4$$

問題 66 1アマ/H15/8月/A-19

利得8 [dB] の同一特性の八木アンテナ4個を用いて、2列2段スタックの配置とし、各アンテナの給電点が同じ位相となるように給電する時、このアンテナ（スタックドアンテナ）の総合利得の値として、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 13 [dB] 2 14 [dB] 3 15 [dB] 4 16 [dB] 5 17 [dB]

問題66 解答 2

詳細は新上級ハムになる本 P295 8-38 式参照。

①位相が合っていれば放射電力は単に2(列) * 2(段) = 4倍になる。

電力は2倍が3 [dB]だから
2*2=4倍で3 + 3 = 6 [dB]

2. 電力利得表 P97参照

別解 スタックによる利得

$$P_s = 10 \log (2 * 2) = 10 \log 2^2$$

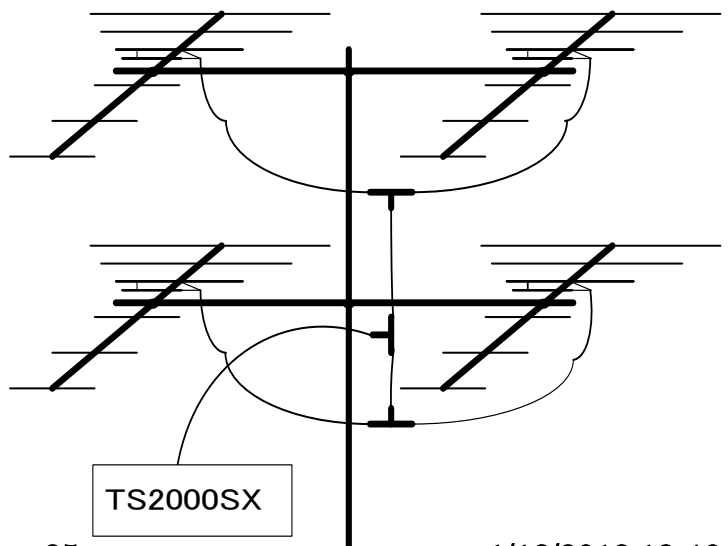
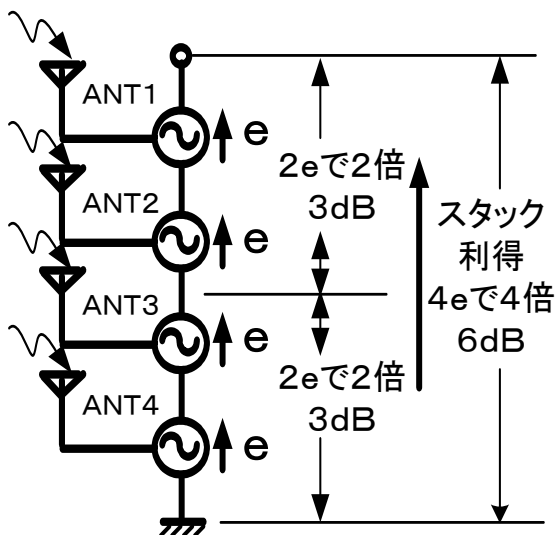
$$= 20 \log 2 = 20 * 0.3010 = 6.02 [dB],$$

②アンテナ単体の利得 $P_o = 8 [dB]$ あるので
総合利得Pは

$$\therefore P = P_o + P_s = 8 + 6 = 14 [dB] \quad \therefore 2$$

スタック数 VS 利得表		総合利得 [dB]
スタックの状態		
ベアフット	アンテナ単体, ±0	8
2スタック	(2 * 1), +3	11
4スタック	(2 * 2), +6	14
8スタック	(2 * 2 * 2), +9	17
16スタック	(2 * 2 * 2 * 2), +12	20
32スタック	(2 * 2 * 2 * 2 * 2), +15	23

2 * 2スタックの八木アンテナ外観



問題 67 1アマ/H18/8月/A-22

相対利得が6 [dB] で地上高25 [m] の送信アンテナに150 [MHz] で25 [W] の電力を供給して電波を放射した時、最大放射方向で送受信間の距離が20 [km] の地点における受信電界強度の値として、近いものを下の番号から選べ。ただし、受信アンテナの地上高は20 [m] とし、自由空間電界強度を E_0 [V/m]、送受信アンテナの地上高をそれぞれ h_1 , h_2 [m] 及び送受信間の距離を d [m] とすると、受信電界強度 E は次式で与えられるものとする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} [V/m]$$

1 350 [μV/m] 2 440 [μV/m] 3 550 [μV/m] 4 640 [μV/m] 5 800 [μV/m]

問題67 解答 3

電力比は2倍が3 dBを覚えていると解が断然早い。

展開： 機械的な計算を間違わないように。

①半波長ダイポールANTで同電界強度を得るには

ANT入力 Pは 6dB=3dB+3dB

∴ $G_0 = 2 * 2 = 4$ 倍必要。∴ $P' = G_0 P = 4 * 25 = 100$ [W]

2. 電力利得表 P97参照

② E_0 の詳細は新上級ハムになる本

P278 8-22 式参照。題意の式に代入。

最終暗算は3. $5 * 5 \pi = 17.5 \pi \doteq 18 * 3 = 54 \rightarrow 540$ [μV]

$$\therefore E_0 = \frac{7 \sqrt{G_0 P}}{d} = \frac{7 \sqrt{100}}{20 * 10^3}$$

$$= 3.5 * 10^{-3} [V/m]$$

$$\lambda = \frac{3 * 10^8}{150 * 10^6} = 2 [m]$$

$$\therefore E = 3.5 * 10^{-3} * \frac{4 \pi * 25 * 20}{2 * 20 * 10^3}$$

$$= 5.49 * 10^{-4} = 549 [\mu V/m] \therefore 3$$

問題 67_1 1ア/H19/8月/A22 類題

相対利得3 [dB]、地上高20 [m] の送信アンテナに、周波数150 [MHz] で50 [W] の電力を供給した時、最大放射方向における受信電界強度が40 [dB] (1 [μV/m] を0 [dB] とする。) となる受信点と送信点間の距離値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信アンテナの地上高は10 [m] とし、受信点の電界強度Eは、次式で与えられるものとする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} [V/m]$$

E_0 : 送信アンテナによる直接波の電界強度 [V/m]

h_1, h_2 : 送信、受信アンテナの地上高 [m]

λ : 波長 [m]

d : 送信点間の距離 [m]

1 11.9 [km]

2 29.7 [km]

3 38.8 [km]

4 46.3 [km]

5 51.4 [km]

①送信アンテナの相対利得3 [dB] の真数Gは
 $10 \log G = 3 \quad G = 10^{0.3} \therefore G = 2$
 2. 電力利得表 P97参照してG=2を即誘導。
 電力比は2倍が3 dBを覚えていると解が断然早い。

注：電界は電圧なので $20 \log E$ となる。
 係数が20となることに注意すること。

電界強度 $E = 40$ [dBμ] を [V/m] の単位に換算すると
 $20 \log E = 40 \quad \log E = 2 = \log 10^2 = \log 100$
 $\therefore E = 100$ [μV/m] = $100 * 10^{-6}$ [V/m]
 又は $E = 10^{2} = 100$ [μV/m]

① ‘ 別解 / P105のdbμの解説参照。 $1 \mu V = 0$ dB
 2. 電圧利得表 P98参照して 40 dB = 100
 又は 40 dB = $20 + 20$ dBだから $10 * 10 = 100$ 倍を求める
 基準単位は [μV] だから
 $E = 1 * 100 = 100$ [μV/m] = $100 * 10^{-6}$ [V/m]

②周波数 150 [MHz] の波長 $\lambda = 3 * 10^8 / 150 * 10^6 = 2$ [m]
 別解 / ハロ一 CQ 2m 145MHz これハムでは常識よ。

③ E_0 の詳細は新上級ハムになる本 P278 8-22 式参照。
 題意の式に代入。

$$\therefore E = \frac{7\sqrt{GoP}}{d} * \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} = \frac{28\pi h_1 h_2 \sqrt{GoP}}{\lambda d^2} \quad \therefore d = \sqrt{\frac{28\pi h_1 h_2 \sqrt{GoP}}{\lambda E}} \text{に代入する}$$

$$d = \sqrt{\frac{28 * 3.14 * 20 * 10 * \sqrt{2 * 50}}{2 * 100 * 10^{-6}}} = \sqrt{8.79 * 10^8} = 2.96 * 10^4 = 29.6 * 10^3 [m] = 29.6 [km]$$

ルートの中 $2.8 * 3.1 = 8.68 \div 9$ でも可。
 $8.79 \div 9$ として $\sqrt{9} = 3$ を誘導しても誤差僅差。
 別途桁計算で 30 [km] 弱と解答しても間違いはない。
 計算の詳細は P106 参照。

問題 68 1アマ/H17/8月/A-24

図に示す測定回路において、電流計の指示値を I [A]、電圧計の指示値を E [V] 及び電圧計の内部抵抗を r [Ω] としたとき、抵抗 R [Ω] の消費電力 P [W] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

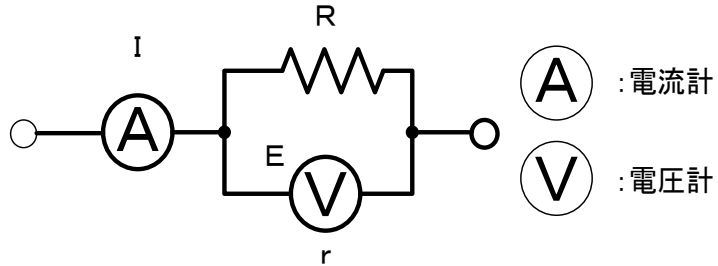
1 $P = EI - E^2 / r$

2 $P = EI + I^2 r$

3 $P = EI + I^2 r - E^2 / r$

4 $P = EI - I^2 r$

5 $P = EI + E^2 / r$



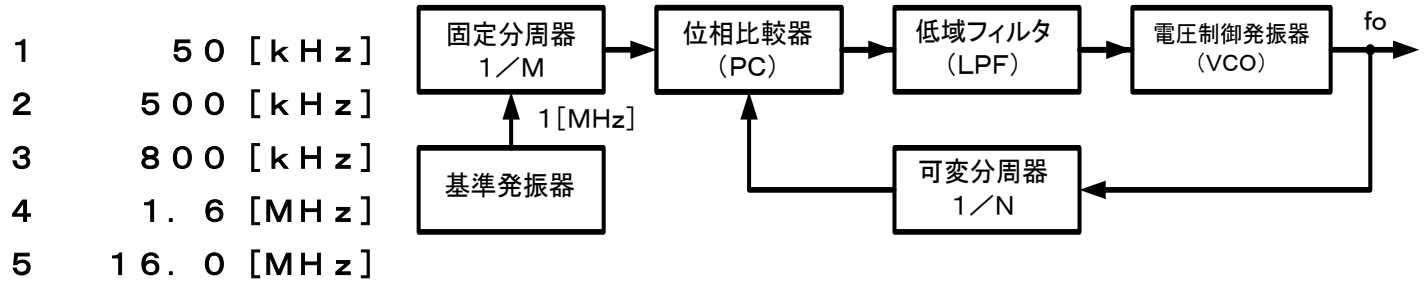
問題 68 解答 1

導入 P99 3. オームの法則式参照

$$P = EI \text{ (全消費電力)} - E^2 / r \text{ (電圧計で消費される電力)} \therefore 1$$

問題 69 1アマ/H18/4月/A-12

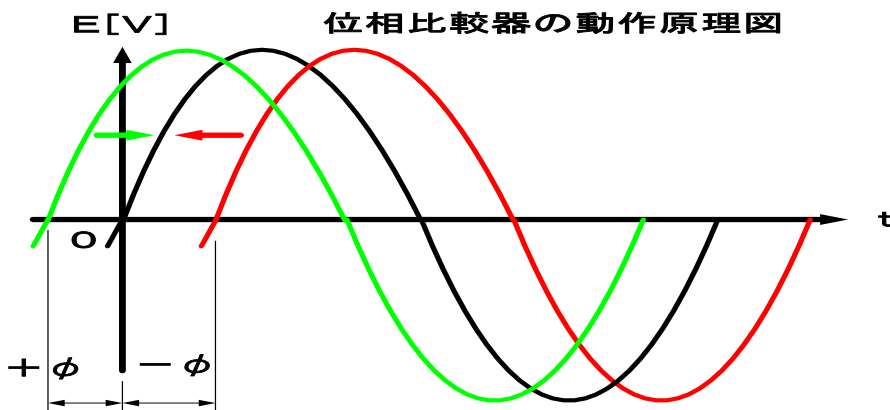
図に示す位相同期ループ (PLL) 回路を用いたシンセサイザ発振器において、可変分周期の分周比 (N) が16の時の出力周波数 f_0 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準発振器の出力周波数は1 [MHz] 及び固定分周器の分周比 (M) は20とする。



問題69 解答 3

導入： 詳細は新上級ハムになる本 P157 4-35式参照。
 位相比較器PCでは、同じ周波数において位相差を検出している。
 PCで同相になるよう制御される
 水晶振動子が基本なので安定度抜ぐん。自動制御の積分動作がかかると偏差値0。
 水晶並みの発振精度でVFOが出来る。

$$\begin{aligned} \therefore f_0 \frac{1}{N} &= \frac{1000}{M} & \therefore f_0 &= \frac{1000}{M} * N \\ & & & \\ & = \frac{1000 * 16}{20} & = 800 [kHz] & \therefore 3 \end{aligned}$$

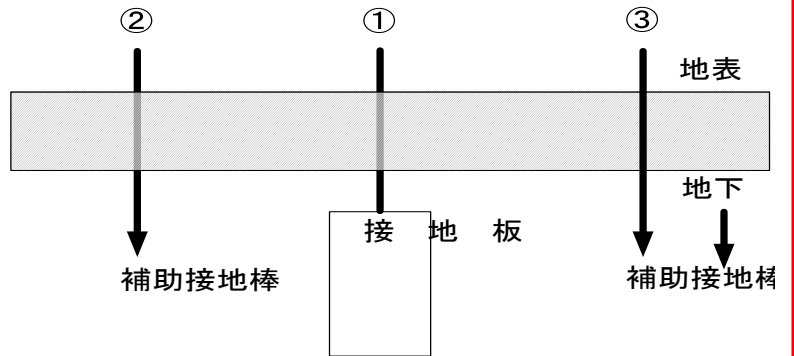


位相比較器でΦを限りなく0に近づけるように自動制御がかかる。
 黒い信号に合致するように自動制御がかかる。

問題 70 2アマ/H18/8月/A-19, H18/4月/A-19

図は、接地板の接地抵抗を測定例を示したものである。図において端子①-②、①-③、②-③間の抵抗値がそれぞれ R_{12} , R_{13} , R_{23} [Ω] のとき、端子①に接続された接地板の接地抵抗 R_1 を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_1 = R_{12} + R_{13} - R_{23} / 2$ [Ω]
- 2 $R_1 = R_{12} + R_{23} - R_{13} / 2$ [Ω]
- 3 $R_1 = R_{13} + R_{23} - R_{12} / 2$ [Ω]
- 4 $R_1 = R_{12} + R_{13} - R_{23}$ [Ω]
- 5 $R_1 = R_{12} + R_{23} - R_{13}$ [Ω]



補助接地棒の長さ : 数10[cm]
 接地板と補助接地棒の距離 : 10[m]程度

問題70 解答 1 接地抵抗計算式の覚え方

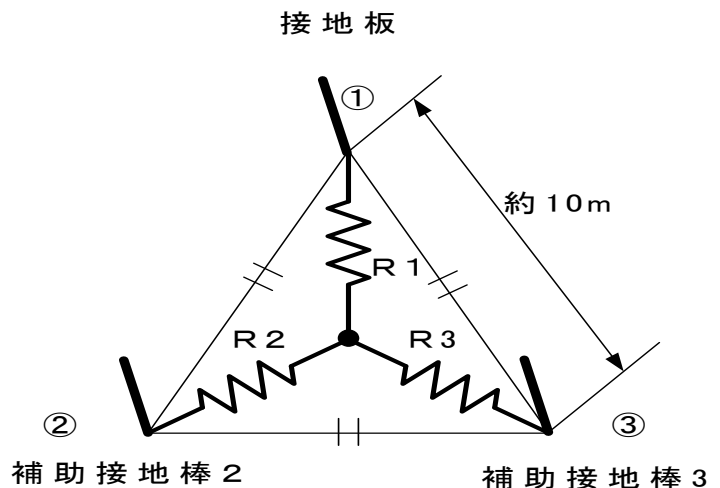
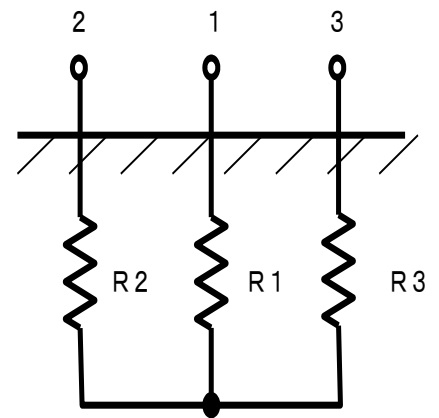
接地端子に関係ある端子 R_{12} , R_{13} は+、無い端子 R_{23} は-として合計を求め2で割る。

本題は式を誘導するのではなく、式を覚えているかどうかを問うている。

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = R_{12} \dots\dots ① \\ R_1 + R_3 = R_{13} \dots\dots ② \\ R_2 + R_3 = R_{23} \dots\dots ③ \end{cases}$$

$$R_1 = \frac{\begin{bmatrix} R_{12} & 1 & 0 \\ R_{13} & 0 & 1 \\ R_{23} & 1 & 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}} = \frac{R_{23} - R_{12} - R_{13}}{-1 - 1}$$

$$= \frac{R_{12} - R_{23} + R_{13}}{2} \therefore 1$$

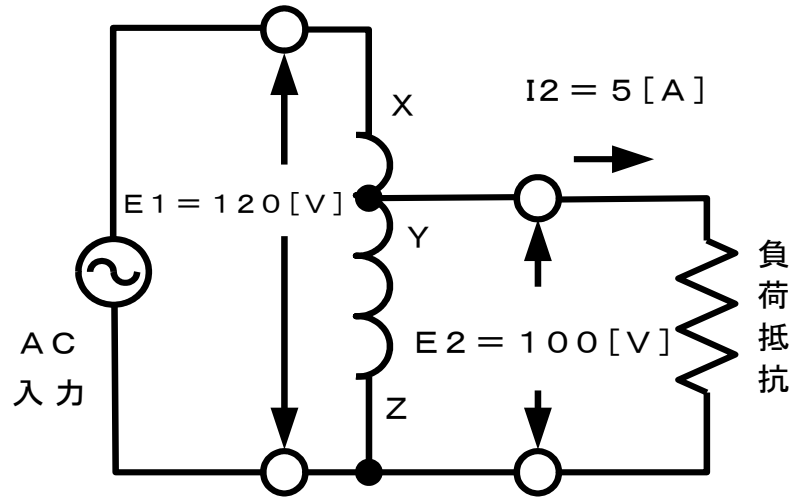


接地抵抗測定時の電極の配置図

問題 71 1アマ/H17/8月/A-17

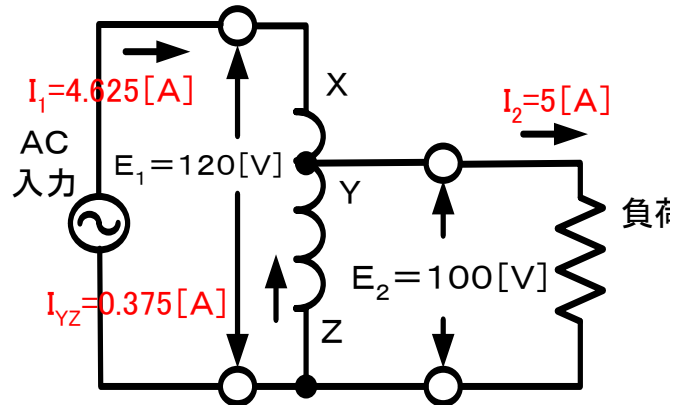
図に示すように、一次電圧 E_1 が 120 [V]、二次電圧 E_2 が 100 [V] の短巻変圧器において、二次側の電流 I_2 が 5 [A] のとき、変圧器の巻き線 YZ 間に流れる電流の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。但し、変圧器の巻き線のインダクタンスは充分大きく、負荷の力率は 100 [%] 及び変圧器の効率は 90 [%] とする。

- 1 0.4 [A]
- 2 1.4 [A]
- 3 2.4 [A]
- 4 4.2 [A]
- 5 4.6 [A]



問題 71 解答 1

導入： 2次側の電力を求め、
 効率で割ると1次側の電力が得られる。
 それを1次電圧で割って1次電流を求める。
 キルヒホッフの第1法則から
 目的の電流を求める。
 展開： 機械的な計算を間違わないように。



$$\text{二次電力 } P_2 = E_2 * I_2 = 100 * 5 = 500 \quad [\text{W}]$$

$$\text{一次電力 } P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{500}{0.9} = 555.5 \quad [\text{W}]$$

$$\text{一次電流 } I_1 = \frac{P_1}{E_1} = \frac{555.5}{120} = 4.625 \quad [\text{A}]$$

$$\therefore I_{yz} = I_2 - I_1 = 5 - 4.625 = 0.375 \quad [\text{A}] \doteq 0.4 [\text{A}] \quad \therefore 1$$

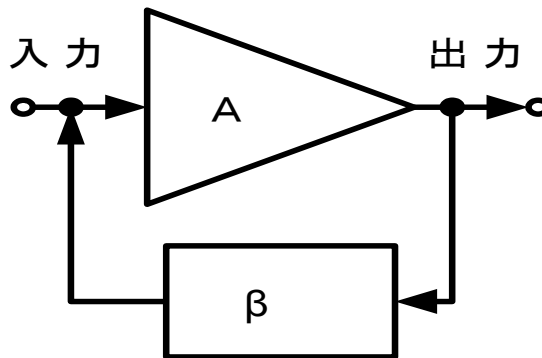
$$\text{暗算による解} \quad I_1 = 500 / (0.9 * 120) = 500 / 108 \doteq 5 - 0.4 = 4.6 [\text{A}] \quad \therefore I_{yz} = 5 - 4.6 = 0.4 [\text{A}] \quad \therefore 1$$

ヒント

500/100=5 では約8%大きく答えが出ているので5の8%である0.4を引いている。
 もしも5Aとすると5-5=0A、但し正解よりも大きな値を引いているので小さく出ている。
 ∴0に近い値が正解。∴選択肢の中で0に近いのは0.4A ∴1

問題 72 1アマ/H21/12月/A-10

図に示す負帰還増幅回路において、負帰還をかけないときの電圧増幅度Aを90（真値）及び帰還回路の帰還率βを0.2としたとき、負帰還をかけたときの増幅度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。



- 1 9.8
- 2 8.3
- 3 7.5
- 4 4.7
- 5 0.2

問題72解答 4

$$A_f = A / (1 - A\beta) = 90 / (1 - (90 \times (-0.2))) = 90 / 19 = 4.7368 \approx 4.7 \therefore 4$$

暗算で $19 \approx 20$ として $90 / 20 = 4.5$

分母を約+5%大きな数で割ったため商を約+5%補正する必要がある。

→ $4.5 \times 0.05 = +0.225$ プラスすると

$4.5 + 0.225 = 4.725$ と補正すると精度向上。

たとえ補正しなくても4が正解とわかる。

詳細は新上級ハムになる本 P144 4-25 式参照。

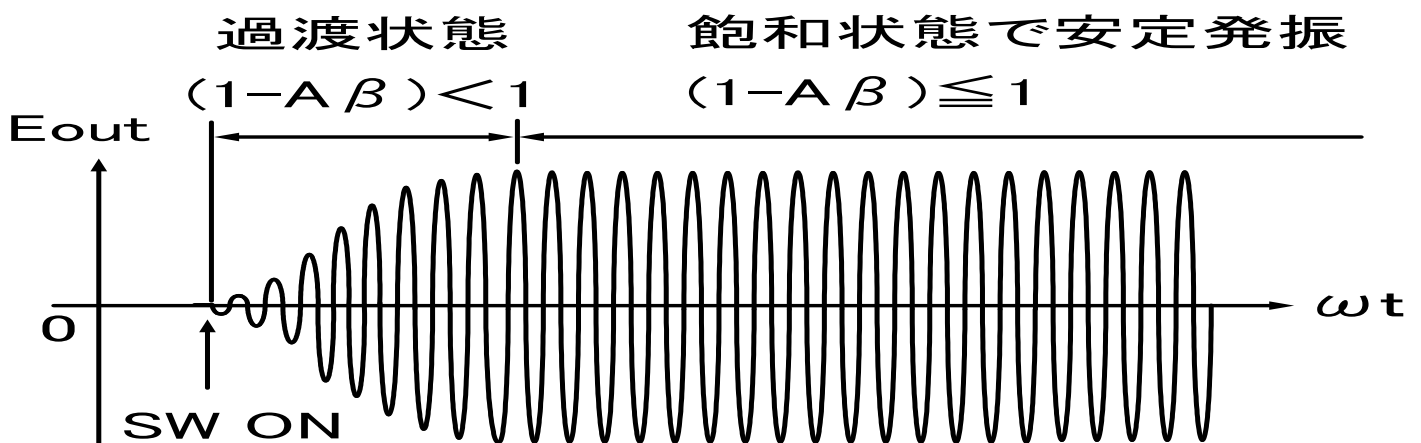
但しこの式は増幅度を $-A$ で計算しているため $A_f = A / (1 + A\beta)$ となっている。トランジスタ一段増幅の特異例を示している。一般的な式ではないので注意。

一般的には増幅度を $+A$ と置くので $A_f = A / (1 - A\beta)$ の方が一般式として用いられている。βは負帰還を-、正帰還を+と置くのが一般的で常識。

負帰還 → $(1 - A\beta) > 1$ なら A_f はAより小さくなる。出力減少。

正帰還 → $(1 - A\beta) < 1$ なら A_f はAより大きくなる。出力増大。

SW ON時 $(1 - A\beta) < 1$ で出力増大、 $(1 - A\beta) \leq 1$ で飽和し安定発振

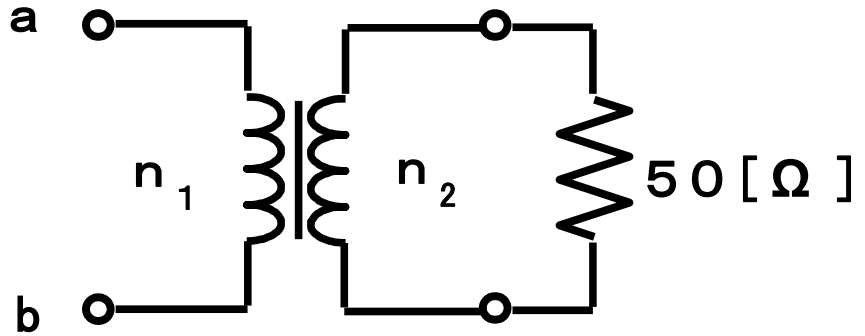


問題 73 2アマ/H21/8月/A-4

図に示すように1次側及び2次側の巻き線数がそれぞれ n_1 及び n_2 で、巻き数比 $n_1/n_2=8$ の無損失の変成器理想変成器の2次側に 50Ω の抵抗を接続したとき、端子a bから見たインピーダンスの値として、

正しいものを下の番号から選べ。

- 1 2. 1 [kΩ]
- 2 3. 2 [kΩ]
- 3 4. 1 [kΩ]
- 4 5. 6 [kΩ]
- 5 6. 5 [kΩ]



問題73 解答 2

導入: 「変換される側のインピーダンスに巻き数比の2乗をかける」と覚える。
巻き数比は2次側が分母になる。

「巻きチャンは2児(次)の(分)母よ」と覚える。

解答

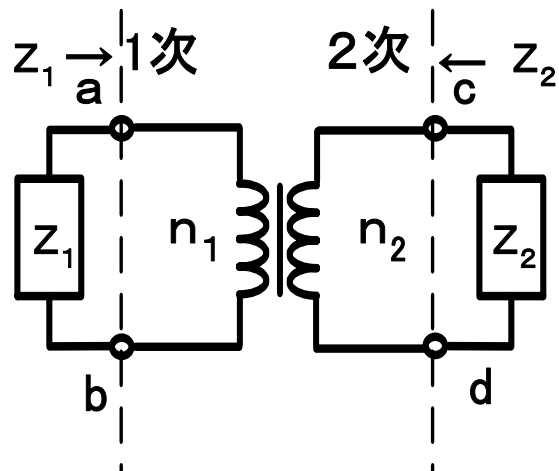
$$Z_{ab} = (n_1/n_2)^2 * Z_2 = (\text{巻数比 } a)^2 * 50 = 8^2 * 50 = 64 * 50 = 3200 [\Omega] = 3.2 [k\Omega] \quad \therefore 2$$

詳細は新上級ハムになる本 P142 4-22 式参照

利点/インピーダンス変換は半導体(トランジスタ, FET)で簡単に出来るが電源(電位)が分離出来ない欠点がある。
異電位間に接続するときにはトランスを使用する。
即ち、トランスの利点は1、2次間の絶縁が出来ること、電源不要。

$$Z_1 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 Z_2$$

$$Z_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 Z_1$$



実際に一次側から見たインピーダンス Z_1 を測定するときは、a, bの Z_1 を取り外しインピーダンスブリッジで測定。又は別交流電源を接続し交流電圧 v と電流 i を測定して $Z_1 = v/i$ で求めます。このとき $Z_1 = Z_1$ の時が最大の電力が負荷に供給されます。このことを、インピーダンスマッチングといいます。

第2章 解法のテクニック

1. インド数学による2桁のかけ算

1. 一般のかけ算 / インド人は暗算で行います

① 一般時

$$23 * 94 = 2162$$

② 1桁目に桁上げ有り

$$19 * 16 = 304$$

③ 桁上げ無し

$$12 * 14 = 168$$

2*9=18 上の掛算	23 * 94	3*4=12 下の掛算	19 * 16	12 * 14
	1812		154	108
	8 27	2*4=8 と 3*9=27 の和	9	2
	2162		6	4
			304	168 (+)

2. 特殊例1

10位が同数で1位の和が10の時

10位の片方に+1したものと元の数を掛ける。その答えを上桁3~4桁目に配置。1桁同士を掛けたものを下桁に入れる。その答えを下桁1~2桁目に配置

11 * 19 = 209	}	5個	}	9項		
12 * 18 = 216						
13 * 17 = 221						
14 * 16 = 224						
15 * 15 = 225						
:						
21 * 29 = 609						
22 * 28 = 616	→	3~4桁目 (2+1) * 2 = 6			1~2桁目 2 * 8 = 16	(+)
					616	
:						
98 * 92 = 9016						
99 * 91 = 9009						

5個 * 9項 = 45個ある。

3. 特殊例2 (ルートを開くときに有用)

10位が同数で1位の数が5の時

10位の片方に+1したものと元の数を掛ける。上の桁に配置

(1桁同士を掛けたものを下の桁に配置)下2桁は必ず25になる。

$15^2 = 15 * 15 = 225$	→√	$225 = 15$	
$25^2 = 25 * 25 = 625$	→√	$625 = 25$	
$35^2 = 35 * 35 = 1225$	→√	$1225 = 35$	
$45^2 = 45 * 45 = 2025$	→√	$2025 = 45$	上桁(4+1) * 4 = 20, 下桁 25, ∴ 2025
$55^2 = 55 * 55 = 3025$	→√	$3025 = 55$	
$65^2 = 65 * 65 = 4225$	→√	$4225 = 65$	
$75^2 = 75 * 75 = 5625$	→√	$5625 = 75$	
$85^2 = 85 * 85 = 7225$	→√	$7225 = 85$	
$95^2 = 95 * 95 = 9025$	→√	$9025 = 95$	→ 1~9の9個存在

2. 試験によく出る電力利得、倍数簡易数表

最大で3 [dB] 飛びますが、いくらでも簡単に計算出来ます。(*^_^*)

注1：電圧比と電力比をゴッチャにしないように。

電力と来たらこちら、電圧と来たら次ページ

注2：覚え方／3 dBが2倍、10 dBが10倍

電力利得 G [dB]		電力増幅度 A [倍]
G [dB]	電力利得 G の分解式	
3	3	2
6	3 + 3	2 * 2 = 4
9	3 + 3 + 3	2 * 2 * 2 = 8
10	10	10
12	3 + 3 + 3 + 3	2 * 2 * 2 * 2 = 16
13	3 + 10	2 * 10 = 20
15	3 + 3 + 3 + 3 + 3	2 * 2 * 2 * 2 * 2 = 32
16	3 + 3 + 10	2 * 2 * 10 = 40
17	<p>17 = 10 log A ∴ A = LOG⁻¹(17/10) = log⁻¹1.7 = 5 * 10¹ = 50 倍 対数から真数を求めるには数表、計算尺又は関数卓電を使用する。 対数 1.7 の整数部分 1 を指標、小数部分 0.7 を仮数という。 指標で桁数 1、小数部分から真数 5 を求め掛け合わせる。 ∴ 5 * 10¹ = 50</p>	
18	3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3	2 * 2 * 2 * 2 * 2 * 2 = 64
19	3 + 3 + 3 + 10	2 * 2 * 2 * 10 = 80
20	10 + 10	10 * 10 = 100
23	3 + 10 + 10	2 * 10 * 10 = 200
30	10 + 10 + 10	10 * 10 * 10 = 1000
33	3 + 10 + 10 + 10	2 * 10 * 10 * 10 = 2000
40	10 + 10 + 10 + 10	10 * 10 * 10 * 10 = 10000
66	10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 3 + 3	10 * 10 * 10 * 10 * 10 * 10 * 2 * 2 = 4000000

2-1. 試験にあまり出ない電圧利得、倍数簡易数表

最大で6 [dB] 飛びますが、いくらでも簡単に計算出来ます。(※^※)

電圧比 [dB] は電力比 [dB] の2倍の関係があります。

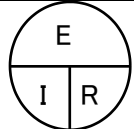
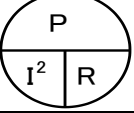
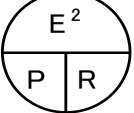
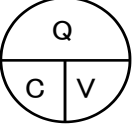
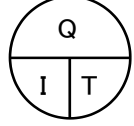
電圧比 [dB] = 電力比 [dB] * 2

電力比で2倍が3 [dB] だから、このとき電圧比は6 [dB]

**注1: 覚え方 / 6 dBが2倍、10 dBが√10倍
20 dBが10倍**

電圧利得 G [dB]		電圧増幅度 A [倍]
G [dB]	電圧利得 G の分解式	
6	6	2
10	10=20logA ∴A=LOG ⁻¹ (10/20)=log ⁻¹ 0.5=10 ⁰ *√10=√10=3.16倍。対数から真数を求めるには数表、計算尺又は関数卓電を使用する。対数0.5の整数部分0を指標、小数部分0.5を仮数という。指標で桁数0、小数部分から真数√10=3.16を求め掛け合わせる。 ∴10 ⁰ *√10=√10=3.16倍	
12	6+6	2*2=4
16	6+10	2*√10=2*3.16=6.32
18	6+6+6	2*2*2=8
20	10+10	√10*√10=10
24	6+6+6+6	2*2*2*2=16
26	6+10+10	2*√10*√10=20
	6+20	2*10=20
30	6+6+6+6+6	2*2*2*2*2=32
	10+10+10	√10*√10*√10=10√10 =10*3.16=31.6
	10+20	√10*10=3.16*10=31.6
36	6+6+6+6+6+6	2*2*2*2*2*2=64
40	10+10+10+10	√10*√10*√10*√10=100
42	6+6+6+6+6+6+6	2*2*2*2*2*2*2=128
56	10+10+10+10+10+6	√10*√10*√10*√10*√10*2 =100*2*√10=200√10=200*3.16=632
60	10+10+10+10+10+10	√10*√10*√10*√10*√10*√10=1000
80	10+10+10+10+10+10+10+10	√10*√10*√10*√10*√10*√10*√10*√10=10000
	20+20+20+20	10*10*10*10=10000

3. オームの法則式

	基本式	覚え方	残りの式、派生式
オームの法則	$E = I R$		$I = \frac{E}{R}$ $R = \frac{E}{I}$
	$P = I^2 R$		$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ $R = \frac{P}{I^2}$
	$P = E^2 / R$		$E = \sqrt{PR}$ $R = \frac{E^2}{P}$
電荷量	$Q = C V$		$C = \frac{Q}{V}$ $V = \frac{Q}{C}$
	$Q = I T$		$I = \frac{Q}{T}$ $T = \frac{Q}{I}$

13. dBi表記の解説

アイソトロピックアンテナ（全ての方向に均等に電波を放射する仮想的なアンテナ＝別名八方美人アンテナ）を基準としたアンテナの利得。

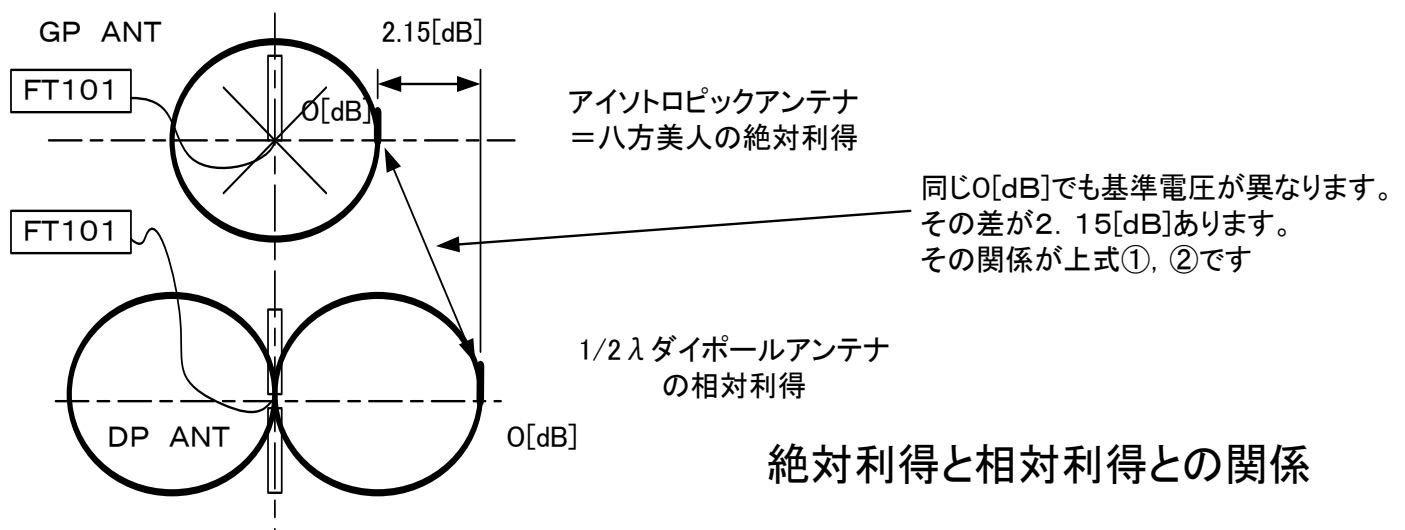
ダイポールアンテナを基準にする場合は dBd または単に dB と表す。dBi 表記は dBd より 2.15[dB] 大きい。

相対利得 $G_r[\text{dBd}] = \text{絶対利得 } G_a[\text{dBi}] - 2.15[\text{dB}]$ で求められます。 ①

絶対利得 $G_a[\text{dBi}] = \text{相対利得 } G_r[\text{dBd}] + 2.15[\text{dB}]$ で求められます。 ②

通常多素子アンテナは相対利得で表し、絶対利得で表すことはありません。②式／もし絶対利得表記で表すということは + 2.15[dB] 利得を大きく見せる時に使用します。尺度の小さな物で測るので大きく出ると覚えておけばこの式が自ずと出てきます。①式／その逆は小さくなるので使用しません。

新上級ハムになる本 P 273 8-14 式は間違い。正しくは $G_0 = G_a - 2.15 [\text{dB}]$



4. 連立方程式解答のテクニック

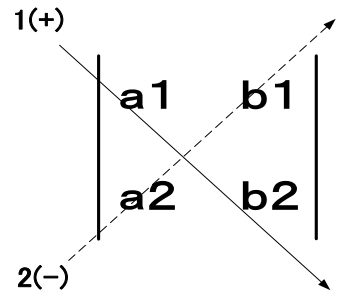
1. 行列式を用いた連立方程式の解法

①二元一次連立方程式の解法

$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 & \dots \dots \textcircled{1} \\ a_2x + b_2y = c_2 & \dots \dots \textcircled{2} \end{cases}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{c_1b_2 - c_2b_1}{a_1b_2 - a_2b_1},$$

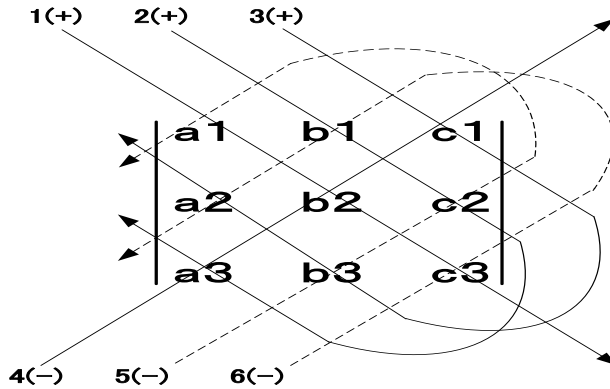
$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$



②三元一次連立方程式の解法

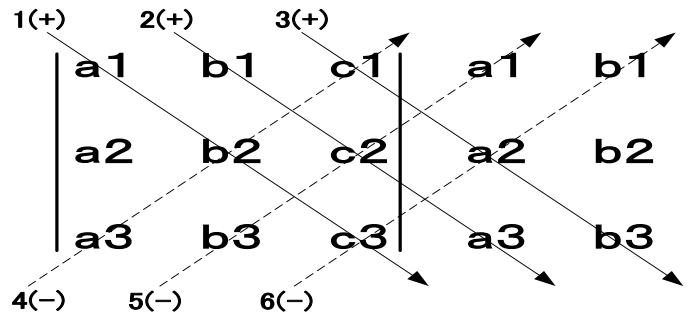
$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = d_1 & \dots \dots \textcircled{1} \\ a_2x + b_2y + c_2z = d_2 & \dots \dots \textcircled{2} \\ a_3x + b_3y + c_3z = d_3 & \dots \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}} = \frac{d_1b_2c_3 + b_1c_2d_3 + c_1d_2b_3 - d_3b_2c_1 - b_3c_2d_1 - c_3d_2b_1}{a_1b_2c_3 + b_1c_2a_3 + c_1a_2b_3 - a_3b_2c_1 - b_3c_2a_1 - c_3a_2b_1}$$



$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}$$

$$z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}$$



分母は全て同じ。分子に求めたい未知数の位置へ定数項を代入。計算さえ間違わなければ早い。

Y の分子 = $a_1d_2c_3 + d_1c_2a_3 + c_1a_2d_3 - a_3d_2c_1 - d_3c_2a_1 - c_3a_2d_1$

Z の分子 = $a_1b_2d_3 + b_1d_2a_3 + d_1a_2b_3 - a_3b_2d_1 - b_3d_2a_1 - d_3a_2b_1$

5. 試験によく出る定数計算

$$\begin{aligned} \pi &= 3.14159265 & \frac{\pi}{2} &= 1.5708 & \frac{\pi}{4} &= 0.7854 & \frac{\sqrt{2}}{\pi} &= 0.4502 & \frac{1}{\pi} &= 0.31831 & \frac{2}{\pi} &= 0.6366 & \frac{1}{2\pi} &= 0.1591 \\ \frac{1}{4\pi} &= 0.0795774 \cong 0.08 & \pi^2 &= 9.8696 & \frac{1}{\pi^2} &= 0.10132 & \sqrt{2} &= 1.41421356 & \sqrt{3} &= 1.7320508 & \sqrt{5} &= 2.23606798 \\ \sqrt{6} &= 2.44949 & \sqrt{7} &= 2.64575 & \sqrt{8} &= 2.828427 & \sqrt{10} &= 3.162277 & e &= 2.7182818284 & 59045 \\ \frac{1}{\sqrt{3}} &= 0.57735 & \frac{1}{\sqrt{2}} &= 0.7071068 & \frac{\sqrt{3}}{2} &= 0.86603 & 1[rad] &= 57.25978 \text{ 度} & \pi[rad] &= 180 \text{ 度} \\ \log 2 &= 0.301030 & \log 3 &= 0.4771213 & \log 7 &= 0.84509804 & \log 4 &= \log 2^2 = 2 * \log 2 = 2 * 0.3010 = 0.6020 \\ \log 5 &= \log \frac{10}{2} = \log 10 - \log 2 = 1 - 0.3010 = 0.6990 & \log 6 &= \log(2 * 3) = \log 2 + \log 3 = 0.3010 + 0.4771 = 0.7781 \\ \log 8 &= \log 2^3 = 3 * \log 2 = 3 * 0.3010 = 0.9030 & \log 9 &= \log 3^2 = 2 * \log 3 = 2 * 0.4771 = 0.9542 \end{aligned}$$

6. 予備スペース

7. 3平方の定理

$x^2 + y^2 = z^2$ の関係が整数で成立する時、三平方の定理の組み合わせとして一番小さい値が $3^2 + 4^2 = 5^2$ です。

$n = 1, 2, 3, \dots, n, \dots$ とすると、

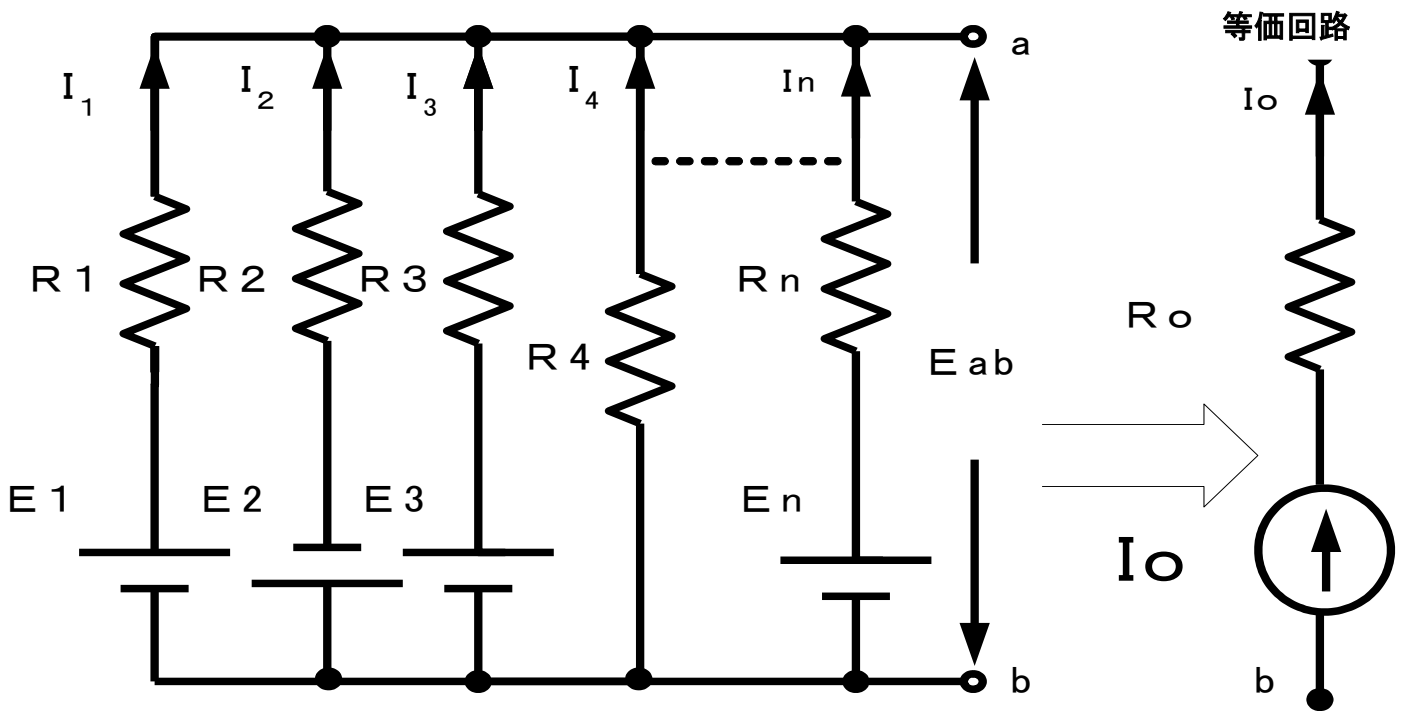
$x^2 + y^2 = z^2 = (3n)^2 + (4n)^2 = (5n)^2$ が成立。これを覚えておけば解が断然早い。

この表の続きは、頭の中で作ってください。たとえば $n = 100$ の時は、

$300^2 + 400^2 = 500^2$ となります。P103の9. 三平方の定理表を覚えると解が断然速い。

8. 日目計算による電流の解法／別名 ミルマンの定理による電流の解法

- ①両端の電圧 E_{ab} を求める。分子は電流の方向と電源の方向が逆の時はマイナス、電源のない回路は不要とする。分母は電源の有無にかかわらず並列合成抵抗を求める。
- ②電流 I_n は $E_{ab} \sim E_n$ (大きい方から小さい方を引く) を抵抗 R_n で割る。



$$E_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i V_i}{\sum_{i=1}^N Y_i} = \text{合成電流 } I_0 * \text{合成抵抗 } R_0 = \frac{I_0}{\frac{1}{R_0}}$$

$$= \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} + \dots \dots + \frac{E_n}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots \dots + \frac{1}{R_n}}$$

$$\therefore I_n = \frac{E_{ab} \sim E_n (\text{注1})}{R_n}$$

注1. \sim は大きい方から小さい方を引く。

電源が逆方向の時は加算。電源逆接続はH14以降出題無

注2. 代数で書かれているので意味不明だと思います。問題17～18を実際に解いて見ればよく分かります。実践あるのみ！

9. 三平方の定理表

N 組合せ	X	Y	Z = $\sqrt{X^2+Y^2}$
1	3	4	5
2	6	8	10
3	9	12	15
4	12	16	20
5	15	20	25
6	18	24	30
7	21	28	35
8	24	32	40
9	27	36	45
10	30	40	50
11	33	44	55
100	300	400	500
1000	3000	4000	5000

10. 簡易dB換算表

比 (倍)	電力比 [dB]	電圧比 [dB]
1	0	0
2	3	6
3	4.8	9.5
$3.16 = \sqrt{10}$	5	10
4	6	12
5	7	14
6	7.8	15.6
7	8.5	17
8	9	18
9	9.5	19
10	10	20
16	12	24
20	13	26
32	15	30
40	16	32
60	17.8	35.6
64	18	36
80	19	38
100	20	40
1000	30	60

11. 指数表示換算表

指数表示	名称	記号
10^{18}	エクサ	E
10^{15}	ペタ	p
10^{12}	テラ	T
10^9	ギガ	G
10^6	メガ	M
10^3	キロ	k
10^2	ヘクト	h
10^1	デカ	da
10^0	1	1
10^{-1}	デシ	d
10^{-2}	センチ	c
10^{-3}	ミリ	m
10^{-6}	マイクロ	μ
10^{-9}	ナノ	n
10^{-12}	ピコ	p
10^{-15}	フェム	f
10^{-18}	アト	a

12. よく使う2乗の計算

10~20までは覚えていると解が断然早い

X	X ²
10	100
11	121
12	144
13	169
14	196
15	225
16	256
17	289
18	324
19	361
20	400
256	65536

13. 無理数の語呂合わせによる覚え方

式	必修	値	ゴロアワセ1	ゴロ2	誘導式
Log 2	○	0.301030	サレイチオウサレ	去れ一応去れ	
Log 3	○	0.4771213	シナナイニイサン	死なない兄さん	
Log√10 Log3.16		0.5	ルート10 をゼロハツでぶっ飛ばせ	$Log 10^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} Log 10 = \frac{1}{2} = 0.5$	
Log 4		0.602	(シ) ロオニ	白鬼	$2Log2=2*0.301=0.602$
Log 5		0.6990	ロククレ、毒くれ 語録くれ		$Log10-Log2$ $=1-0.301=0.699$
Log 6		0.78	(ム) チャ	鞭や 無茶	$Log2+Log3$ $=0.301+0.4771=0.7781$
Log 7	○	0.84509804	(ナワ) ハシゴオクバレヨ	(縄) ハシゴを配れよ	
Log 8		0.90	(犯人をパ) クレ		$Log2^3=3*0.301=0.903$
Log 9		0.95424	キュウゴシ クイジニヨ	救護師 食い死によ	$Log3^2=2*0.4771=0.9542$
√2	○	1.41421356	ヒトヨヒトヨニヒトミゴロ		
√3	○	1.7320508	ヒトナミニオゴレヤ		
√5	○	2.2360679	フジサンロクオームナク		
√6	○	2.44948974	ニヨヨクヨヤクナヨ		
√7	○	2.64575	(ナ)ニムシイナイ		
√8	○	2.828427	ニワニハヨブナ		
√10	○	3.162277	(ヒトマロハ) ミイロニナラブヤ		
e		2.718281828459045		オナ1ワ2ワ1ワ2ワゴクオシ	
π	○	3.14159265	サンイシイコクニムカウ		「ウ」は中国語で5の意味
1 [rad]		57.3	(珍龍)ラジアン(ゲーム)ハ	コナミ	
π ²	○	9.8696≒10	(^{ハイハイ} 牌牌で) テン (^{ハイ} 牌)		
1/π ²	○	0.10132≒0.1	上の逆数で	0.1	$1/9.8696=0.101≒0.1$
1/π	○	0.318	(^{モーパー} 盲牌) ミイヤ		最大値表示時の半波整流平均値
2/π	○	0.6366≒0.637	(^{モーパー} 盲牌2巡目) ムザンナ (結果)/上の2倍		最大値表示時の全波整流平均値
√2/π	○	0.45	(半波整流) 0.45 (ルート2 パイクで行進) シゴ (かれた)。 100Vの電灯線を半波整流すると 45 Vになる。		実効値表示時の半波整流平均値
2√2/π		0.90 上の2倍	(全波整流) 0.9 上の2倍 100Vの電灯線を全波整流すると 90 Vになる。		実効値表示時の全波整流平均値
1/4π	○	0.0795774	(シンパイ) ナクゴナンナシ		
1/2π	○	0.1591	(ツーパーイマチ) ^{イヨクイ} 以後悔い /上の2倍/ ^{つーばい} 字牌		
π/4		0.785	直径から面積を求めるとき のゲージマーク		円の面積 $S = \pi / 4 * 直径 D^2$ $=0.785 D^2$ (加財の4枚卸の)ヤイ(ダ-)
π/2		1.5708	(π/2ハ チョツカクヨ) イゴナレヤ		
1/√2	○	0.7071068	(ルート 2) ナレナイオームヤ		
1/√3		0.5774	(オオムラ) ^{コン} 崑サン (ニ) ゴナンナシ		

1.4. 各種 dB 解説

単位	各種 dB 解説
dB SPL	sound pressure level、音圧：音圧（音を構成する空気の圧力の実効値）の単位はパスカル (Pa) がありますが、 $20 \times 10^{-6} \text{Pa}$ を基準値 (0dB SPL) にとります。 $20 \mu \text{Pa}$ は人間が聞き取れる最小の音圧です。同様に、音の強さレベル（単位断面積を単位時間に通過する音のエネルギー）の単位は $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ があります。 $10^{-12} \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ を基準値 (0dB) とした値を dB で表現します。
dBm	1mW を 0dB としたもの。例えば、600 オームの抵抗負荷に 1mW の電力を供給するのに必要な交流電圧は、約 0.775VRMS(0.77459666VRMS)です。
dBV	1V を 0dBV とした電圧（負荷に無関係）。主に家庭用オーディオ機器で使われる音声信号レベルの基準。通常のマイクロホン出力が -40dB (10mV) ~ -50dB (3mV) 程度。
dBu	0.775V を 0dB としたもので、電圧の強さを dB で表したもの。負荷のインピーダンスは無関係。主に業務用オーディオ機器で利用される音声信号レベルの基準。
dB i	アイソトロピックアンテナ（全ての方向に均等に電波を放射する仮想的なアンテナ）を基準としたアンテナの利得。ダイポールアンテナを基準にする場合は dBd または単に dB と表す。dB i 表記は dBd より 2.15[dB]大きい。 相対利得 $G_r[\text{dBd}] = \text{絶対利得 } G_a[\text{dB i}] - 2.15[\text{dB}]$ で求められます。 絶対利得 $G_a[\text{dB i}] = \text{相対利得 } G_r[\text{dBd}] + 2.15[\text{dB}]$ で求められます。
dB μ	$1 \mu \text{V}$ ($0.000001\text{V}=10^{-6}\text{V}$) を 0dB としたもので、無線通信の分野で電波信号の強さを表す基準の一つ。 dB μ EMF、dB μ (emf)：無線通信の分野で高周波信号発生器 (SG) の出力電圧を表現する場合に、SG の出力を信号源インピーダンスで終端したときの電圧（終端電圧）で表現する場合に、SG の出力を開放したときの電圧（開放電圧）で表現する場合があります。両者は 6dB の差があります。開放電圧で表現する場合は、dB μ に続けて EMF (Electro Motive Force の略) と付記するか、別に説明する必要があります。例えば 50Ω の場合、113dB μ EMF と 107dB μ はどちらも同じであり約 0dBm です。日本では、業務用無線機や PDC 方式携帯電話機で dB μ EMF が使われることが多い。米国やアマチュア無線では dB μ が使われることが多い。規格や仕様で EMF が省略されて書かれていることもあるため注意が必要です。例えば、-6dB μ の受信感度の業務無線機と、-12dB μ の受信感度のアマチュア無線機は、どちらも同じ受信感度です。アマチュア無線機のほうが受信感度が良いと誤認する恐れがあります。dBm で表示すれば間違いない恐れはありません。

1.5. 整流時の平均値計算定数

第 1 表 各種整流回路出力電圧一覧表

	最大値表示の時	最大値 100V を整流した時の出力電圧 [V]	実効値表示の時 $E_{\text{max}} = E_{\text{rms}} \sqrt{2}$	実効値 100V を整流した時の出力電圧 [V]
半波整流回路	$E_{\text{max}} * \frac{1}{\pi} = 0.32 E_{\text{max}}$	32	$E_{\text{rms}} \sqrt{2} * \frac{1}{\pi}$ $= \frac{\sqrt{2}}{\pi} E_{\text{rms}} = 0.45 E_{\text{rms}}$	45 $= 32 \sqrt{2}$
全波整流回路	$E_{\text{max}} * \frac{2}{\pi} = 0.64 E_{\text{max}}$	64	$E_{\text{rms}} \sqrt{2} * \frac{2}{\pi}$ $= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E_{\text{rms}} = 0.90 E_{\text{rms}}$	90 $= 64 \sqrt{2}$

16. べき乗計算を暗算で計算するにはどうするか？

下式はP88問題 67_1 解答 の計算式です。

この問題集の中で一番複雑な計算式です。この式が解けたら、他の式も解けます。

チャレンジしてみてください。中学2年レベルです。一見難しいようですが極簡単です。

$$\therefore E = \frac{7\sqrt{GP}}{d} * \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} = \frac{28\pi h_1 h_2 \sqrt{GP}}{\lambda d^2} \quad \therefore d = \sqrt{\frac{28\pi h_1 h_2 \sqrt{GP}}{\lambda E}} \text{に代入する}$$

$$d = \sqrt{\frac{28 * 3.14 * 20 * 10 * \sqrt{2 * 50}}{2 * 100 * 10^{-6}}} = \sqrt{8.79 * 10^8} = 2.96 * 10^4 = 29.6 * 10^3 [m] = 29.6 [km]$$

2行目の第1式
を解きます。

$$d = \sqrt{\frac{28 * 3.14 * 20 * 10 * \sqrt{2 * 50}}{2 * 100 * 10^{-6}}}$$

指数表示、ルート、分数とあります。

次の計算方法は計算尺の計算方法です。工業高校、理工学部の方が使われています。

計算が出来れば計算尺、100円計算機で何桁でも計算できます。

①ルートの有効数字の計算

数字はすべて1桁にします。分母分子の2同士が約分できて1。

分子 $2.8 * 3.14$ の計算は簡略化して $2.8 * 3.1$ として筆算すると

$2.8 * 3.1 = 8.68$ になりました。 $\sqrt{100} = 10$ \therefore 有効数字に変化無し。

ここで $= \sqrt{8.68 * 10}$ と書きますが、まだ10の乗数は書きません。

$$\begin{array}{r} 2.8 \\ * 3.1 \\ \hline 28 \\ 84 \\ \hline 8.68 \end{array}$$

②桁計算1

数字はすべて1桁にします。分母は $100 = 10^2$ ですので+2、 10^{-6} は-6、

$\therefore 2 - 6 = -4$ 。これを分子に持って行きますので+4となります。

理由は $1 / 10^{-4} = 1 / 0.0001 = 10000 = 10^4$ になるからです。

次に分子に移ります。28、20、10は、それぞれ+1、ルートの中は暗算で $\sqrt{100} = 10$ ですから+1。結果は $4 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8$ 。これは 10^8 を意味しています。

③桁計算2

①の桁に変化がないので、桁計算は±0で変化無し。もしここで86.8と桁が上がった時は $86.8 = 8.68 * 10^1$ で+1、もし0.868と下がった時は $0.868 = 8.68 * 10^{-1}$ で-1、②の桁を補正します。

④最終仕上げ

$\therefore d = \sqrt{8.68 \times 10^8}$ となりました。これを計算するには筆算でルートを開けばいいのですが、時間がかかり過ぎますので $d \doteq \sqrt{9 \times 10^8} = 3 \times 10^4 [m] = 30 \times 10^3 [m] = 30 [km]$ もし、 $\sqrt{\quad}$ の中が 10^7 となったときは 86.8×10^6 として乗数の部分が2で割り切れるように細工します。この操作は中学2年で習います。

本かけ算はP96インド数学で暗算で出来れば理想的。丁度いい機会ですので時間があれば挑戦してみてください。将来役に立つことと思います。(^^)/~~~

2. 8×3.1 の計算をインド数学でするとき

$$\begin{array}{r} 608 \\ 2 \\ \hline 24 \end{array}$$

868 → 8.68 と小数点は 2×3 から1桁となるので8にくる。

⑤乗除と開平計算の工夫

2桁の乗除はあまり時間がかかりませんので筆算で実行した方がいいと思います。

開平計算は時間がかかりますので近似計算します。選択肢とあまりにもかけ離れているときは間違いの可能性がありますので再計算します。

又選択肢の間くらいとなったときはしかたがないので筆算で計算します。

⑥ $\sqrt{8.68}$ を筆算で開平計算

本計算をまともに行っていると約3分はかかる。暗算で答えを出す練習、工夫が必要。さて あなたは何分で出来ますか？

⑦ ④の計算方法との違い・誤差と時間の違いはいかが？

さて あなたならどうする？

	2.	9	4	6.....
2	$\sqrt{8.680000}$			
2	4			
49	4	68		
9	4	41		
584		2700		
4		2336		
5886		36400		
6		35316		
5892		1084		

17. 試験合格必勝法

1. 過去問題集中練習

付録CDにH14. 4～H23. 12迄の過去問有り。計算問題限定略解法のファイルがあるので参考にする。これが一番確実で安上がり。10回くらい繰り返し、答えを覚える。

2. 予想問題からは絶対に出ない?

これに限らず***ゼミ集中講座、試験に出る****、間違いだらけの****、これでわかった****、300%必勝***……等の本は意味がない。みなさん、今まで山が当たったことはないはずでしょう。逆に予想問題を外して勉強した方が当たるのではないか?

3. 最近出た問題は3～4年は出ない?

過去問の4年くらい前からさかのぼって学習するとFB? 「長期間出ていないからもう出ないだろう」と思っていた問題が忘れた頃に出るときがある。

4. 参考書類は斜め読みをしてリフレッシュ

公式、語句、……等まだ覚えきれていない所は色分け、印を付けておく。読むときは印のある所だけ目を通す。新上級ハムになる本の場合は約20分で読み切るのが相場。これを最低試験まで毎日2回以上繰り返す。出来れば後ろのページから前に向かって読むと効果的。

5. 計算問題に時間を取られないこと

出来るだけ計算は簡略化する。無駄な計算はしないように心がける。よく出る定数計算は語呂合わせで覚えておく。少し位誤差が出て、5沢の範囲が広く離れているので当てられるはず。答えが離れすぎているときは式が間違っているか、計算間違い。

6. 1級と2級の計算問題レベルの違いは?

1級の問題が2級に出ることがある。その逆もある。確かに2級の計算問題は1級より少ないことは確か。2級でも確実に合格するには1級の計算問題も学習する必要がある。同じ学習するなら、いっそうのこと1級に方針変更した方がFB。1級に合格した方がVY FB (^)/~~~ !(^)! (~o) (^_)v (^_)/ がんばってねー

7. 最後に

無線従事者各種試験、電験3種以上、1種電気工事士、電気技術者、……の試験を受けるプロと違い、あくまでも遊びの試験。必要以上に本を買って長期間勉強してもナンセンス。パワーアップが目的ですから、あまり時間、費用をかけずに合格するのがVY FB. ∴ 1と4に集中するのが合格への早道。

以上の根拠は全くなし。『 …………… 例によって君もしくは君のメンバーが、このテキストによって不合格となっても当局は一切関知しないのでそのつもりで。 ……………

では合格(成功)を祈る。TU TU VA EE bomb! (>_<) 』

18. 発行記録

平成24年 第26回上級ハム国試対策講習会の無線工学プレゼンテーション
／第26巻通巻26号／発行 京都CW愛好会講習会委員会(表紙参照)／編集者 太田 広
／昭和61(1986)年1月1日初版発行毎年1回1月1日発行
／KCWA ホームページ <http://www.jarl.com/kcwa/>に掲載／太田 印刷所／DE ja3pua@jarl.com
／ファイル名／H24上級ハム国対講習会テキストプレゼンテーション.doc 6MBite