

# 平成29年 第31回上級ハム

## 国試対策講習会の無線工学

### 計算問題限定テキスト

講習会委員長 JA3PUA 太田広  
 京都府南丹市日吉町胡麻中野辺谷30番地1  
 090-5971-4283  
 平成29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 無線工学テキスト

1. 無線工学 \* \* \* \* \* 3-100

### 第2章 解法のテクニック (スキルアップ資料)

No.	タイトル	P	No.	タイトル	P
1	インド数学による2桁のかけ算	101	8	簡易dB換算表	108
2	オームの法則式と電荷量	102	9	指数表示換算表	108
3	試験によく出る電力利得、倍数簡易数表	103	10	よく使う2乗の計算	108
4	0-100dB 利得速算表	105	11	電力増幅度が2~10倍迄の電力利得表	108
5	連立方程式解答のテクニック (クラムの公式)	106	12	無理数の語呂合わせによる覚え方	109
6	日目計算 (ミルの定理) による電流の解法	107	13	各種dB解説	110
7	3平方の定理表	108	14	試験合格必勝法	111

### 第3章 電波法規

1. 電波法規学習のアドバイス \* \* \* \* \* 111

### 第4章 京都CW愛好会 (略称KCWA) の紹介他

1. 京都CW愛好会の発足 \* \* \* \* \* 112  
 2. KCWA ROLL CALLについて \* \* \* \* \* 112  
 3. 編集後記 \* \* \* \* \* 112  
 4. 発行記録 \* \* \* \* \* 112  
 5. 参考文献 \* \* \* \* \* 112

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. H26. 4の試験から回路のシンボル(抵抗、トランス等)が変更。

注4. H29 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?	4/1(土)?
	8月期 6/1~6/20?	8/20(日)?
	12月期 10/1~10/20?	12/2(土)?
第2級 アマチュア無線技士	4月期 2/1~2/20?	4/2(日)?
	8月期 6/1~6/20?	8/19(土)?
	12月期 10/1~10/20?	12/3(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 <a href="http://www.nichimu.or.jp/">http://www.nichimu.or.jp/</a> で確認して下さい。 tel. 03-3533-6022。回答速報有り。	

## 目 次 2

### 1. コラムの目次（選択）

No.	タイトル	P	No.	タイトル	P
1	2次方程式の解法	4	10	1-50-3200の法則	49
2	sinカーブの面積の計算方法	10	11	ド・モルガンの定理の解説	69
3	実効値の定義	11	12	ブール代数の主な公式	70
4	最大値1の時のsin $\theta$ とsin $^2\theta$ の1周期の面積	12	13	各種波形の実効値、平均値、波形率、波高値	70
5	単相全波倍電圧整流回路	13	14	抵抗並列接続時の合成抵抗計算	83
6	各種整流回路出力電圧一覧表	15	15	計算尺の計算方式	92
7	振幅変調	21	16	100-30-3の法則	94
8	循環小数の計算	30	17	増幅度と[dB]の関係の説明	102
9	度・角度の由来	34			

### 2. 「楽しく覚える1アマ攻略」本の紹介目次

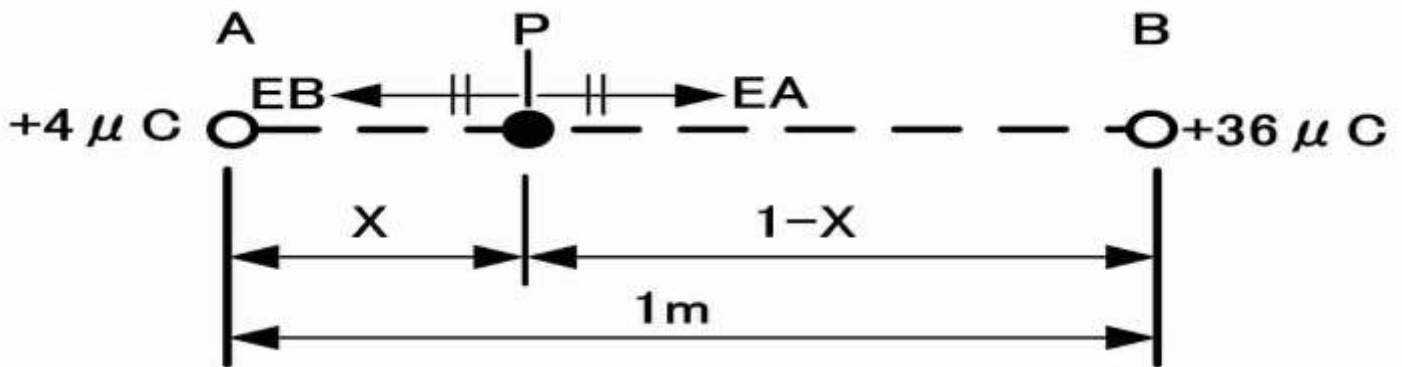
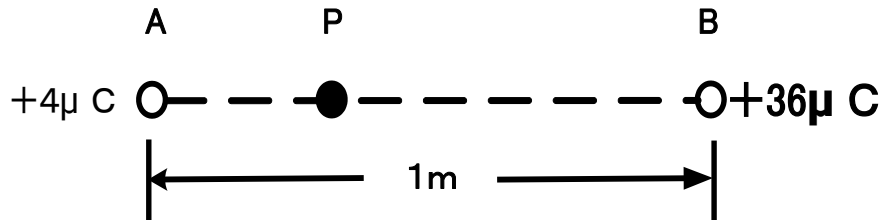
問題15	*****	20
問題20-23	*****	35
問題19-20	*****	88

# 第1章 無線工学テキスト

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 [μC], 点Bに+36 [μC] 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 0.15 [m]
- 2 0.25 [m]
- 3 0.36 [m]
- 4 0.38 [m]
- 5 0.42 [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√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  $\epsilon$  とすると

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

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

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

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

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

## 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 (+
//		//	_____
a		c	p * s + r * q = b

aは2次の係数, bは1次の係数, cは定数

a, b, cが成立するとき

$$y = ax^2 + bx + c = (px + q)(rx + s) \quad \text{に因数分解。}$$

では以下の練習問題で具体的な数字で練習します。

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 (+
//		//	_____
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 (+
//		//	_____
35		63	45 + 49 = 94

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

練習問題4  $y = x^2 + 10x - 24$  を因数分解せよ (P36\_Q19\_①式)

1	2	1	2
*	-2	-	2 (+

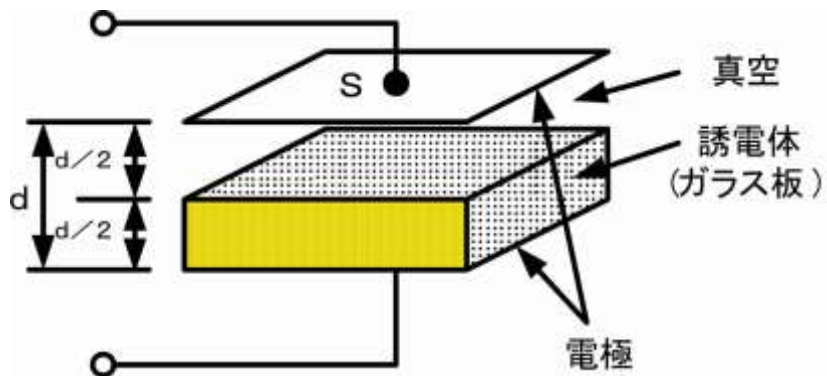
$$\underline{\underline{-24 \quad 10}}$$

2次の係数が1の時の例。 定数-24に注目。掛けて-24, 足して+10となる因数を見つける。  $\therefore (x + 12)(x - 2) = 0$

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： $S=20$  [cm<sup>2</sup>]、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 [ $\mu$ F]
- 5 3 [ $\mu$ F]



問題2 解答 2

導入： まず真空の静電容量C1を求める。  
 ガラス板が入るとC2容量は $\epsilon_r$ 倍の5倍となる。  
 $\therefore C2 = 5C1 \quad \because C \propto \epsilon_r$

展開： 合成静電容量C0はC1とC2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



$$C1 = \frac{\epsilon_0 A}{t} = \frac{8.855 * 10^{-12} * 20 * 10^{-4}}{2 * 10^{-3}} = 8.855 * 10^{-12} = 8.855 [PF]$$

$$\therefore C2 = 5C1 = 5 * 8.855 = 44.3 [PF]$$

$$\therefore \textcircled{1} C0 = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2}} = \frac{C1 * C2}{C1 + C2} = \frac{8.855 * 44.3}{8.855 + 44.3} = \frac{392.3}{53.155} = 7.38 [PF] \quad \therefore 2$$

$$\textcircled{2} \frac{1}{co} = \frac{1}{c1} + \frac{1}{c2} = \frac{1}{8.855} + \frac{1}{44.3} \cong \frac{1}{9} + \frac{1}{45} = \frac{6}{45} = \frac{1}{7.5} \quad \therefore co = 7.5 [PF]$$

$$\textcircled{3} C0 = \frac{5C1^2}{C1 + 5C1} = \frac{5C1^2}{6C1} = \frac{5}{6} C1 = \frac{5 * 8.855}{6} \doteq \frac{45}{6} = 7.5 [PF]$$

④暗算による解法

$C1 \setminus C2$ の計算方法。 $C2 \setminus C1 = \epsilon_r = 5$ 。P83の速算表から $\alpha = 0.83$ を誘導。  
 $\therefore C0 = C1 * \alpha = 8.855 * 0.83 \doteq 9 * 0.8 = 7.2 [PF]$

最後の計算を暗算するには  $C0 \doteq 400 \setminus 50 = 8 [PF]$

分母を小さく、分子を大きく丸めたので8以下かつ4返は行かない。

$\therefore 2$  直列時の合成容量は小さい方以下となる。

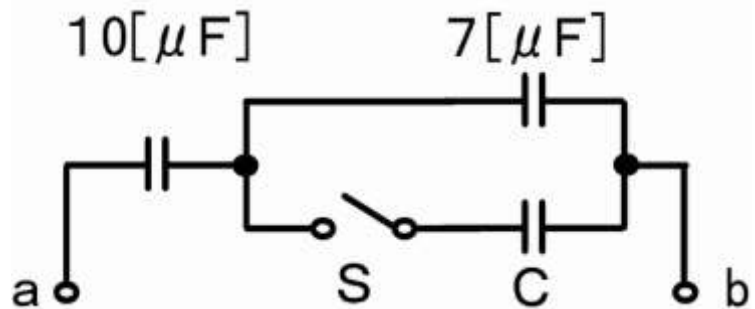
$C2$ が44 [PF]もあるのに、あえて7 [PF]にした理由は耐圧を上げたいから。容量は減少したが、電極間距離が長くなったので耐圧が上昇した。リニアンプ用の耐圧の高いコンデンサを得るために電極間距離を長く取りたい。

8.9
* 44
356
356
391.6

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 [ $\mu F$ ]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 [ $\mu F$ ]
- 2 5 [ $\mu F$ ]
- 3 8 [ $\mu F$ ]
- 4 10 [ $\mu F$ ]
- 5 13 [ $\mu F$ ]



問題 3 解答 3

導入：7とC [ $\mu F$ ] の並列合成静電容量(7+C)に10 [ $\mu F$ ] 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。

解答

$$\textcircled{1} \quad 6 = \frac{10(7+C)}{10+(7+C)} = \frac{10C+70}{C+17} \quad \therefore 6C+102=10C+70$$

$$4C=32 \quad \therefore C = \frac{32}{4} = 8[\mu F] \quad \therefore 3$$

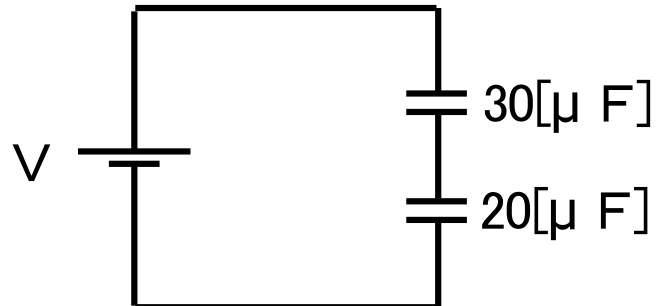
$$\textcircled{2} \quad \frac{1}{6} = \frac{1}{10} + \frac{1}{7+c} \quad \frac{1}{6} - \frac{1}{10} = \frac{10-6}{60} = \frac{4}{60} = \frac{1}{7+c}$$

$$4(7+c) = 60 \quad 4c = 60 - 28 = 32 \quad \therefore c = \frac{32}{4} = 8[\mu F]$$

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。P102 3. 電荷量参照

$\therefore V = K * 1 / C$  Kは比例定数

注1.  $\propto$  は比例するという数学での記号。 $\infty$ ではないので注意。

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  $C = (30 * 20) / (30 + 20) = 600 / 50 = 12 [\mu F]$

暗算による解法

$C_{20} / C_{30}$  の計算方法。  $C_{30} / C_{20} = 30 / 20 = 1.5$  P83の速算表から  $\alpha = 0.6$  を誘導。

$\therefore C = C_{20} * \alpha = 20 * 0.6 = 12 [\mu F]$

耐圧の高い20[μF]に150[V]が加わった時、30[μF]に加わる電圧

$E_{30} = K * 1 / C = 150 * 1 / (30 / 20) = 150 * (20 / 30) = 100 [V] \gg 50 [V]$  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

$E_{20} = 50 * 1 / (20 / 30) = 50 * (30 / 20) = 50 * 1.5 = 75 [V] \ll 150 [V]$  だからパンクしない。

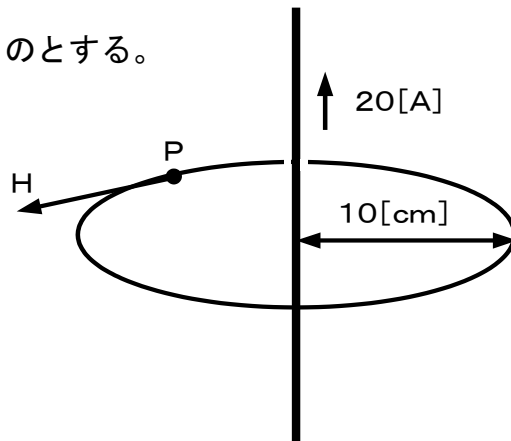
$\therefore E_{max} = 50 + 75 = 125 [V] \therefore 3$

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10cm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20A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：  $NI = 2\pi r H$  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

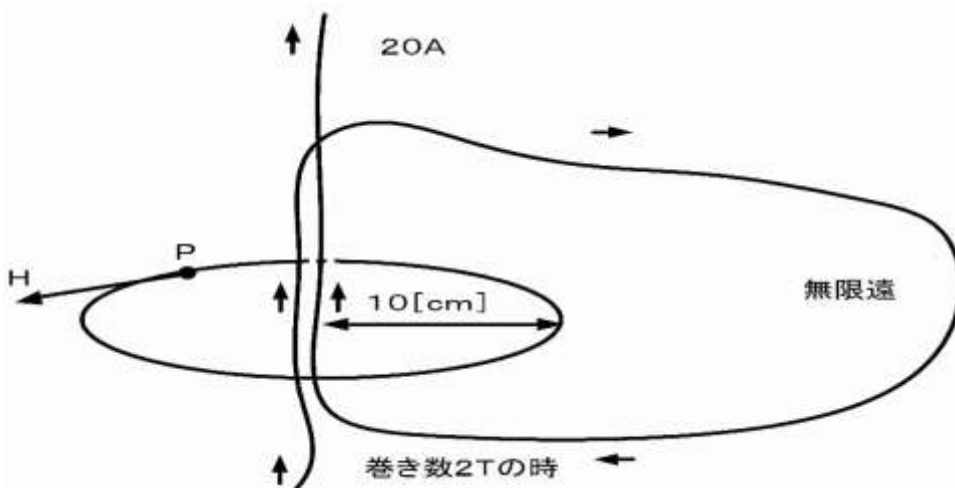
巻き数Nは円周を通過する導体の巻き数=1ターン

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。

$$NI = Hl = 2\pi r H$$

$$\therefore H = \frac{NI}{2\pi r} = \frac{1 * 20}{2\pi * 0.1} = \frac{100}{\pi} = 31.8 [A/m] \quad \therefore 3$$

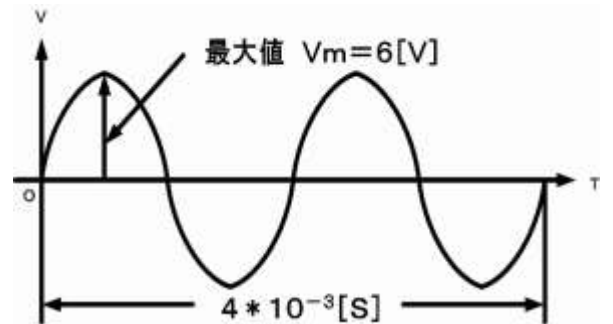




問題 6 1アマ/H16/12月/A-5

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

導入： P11 コラム3. 実効値の定義参照

詳細は新上級ハムになる本 P66 参照

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

$$V_{ef} = \text{最大値} / \sqrt{2} = 6 * 0.707 = 4.242 \text{ [V]}$$

平均値

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

周波数

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

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

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

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

平均値の別解 1

P15 コラム6：第1表 各種整流回路出力電圧一覧表の表から

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

$$V_{ab} = 64 * 6 / 100 = 3.84 \text{ [V]}$$

注1. P70. コラム12の正弦波と全波整流波は実効値、平均値、波形率、波高率全て等しい。

$$\text{平均値の別解 2 } V_{ab} = V_{ef} / 1.11 (\text{波形率}) = 4.24 / 1.11 = 4.24 * 0.9 = 3.816 \text{ [V]}$$

## コラム2 : $\sin$ カーブの面積の計算方法

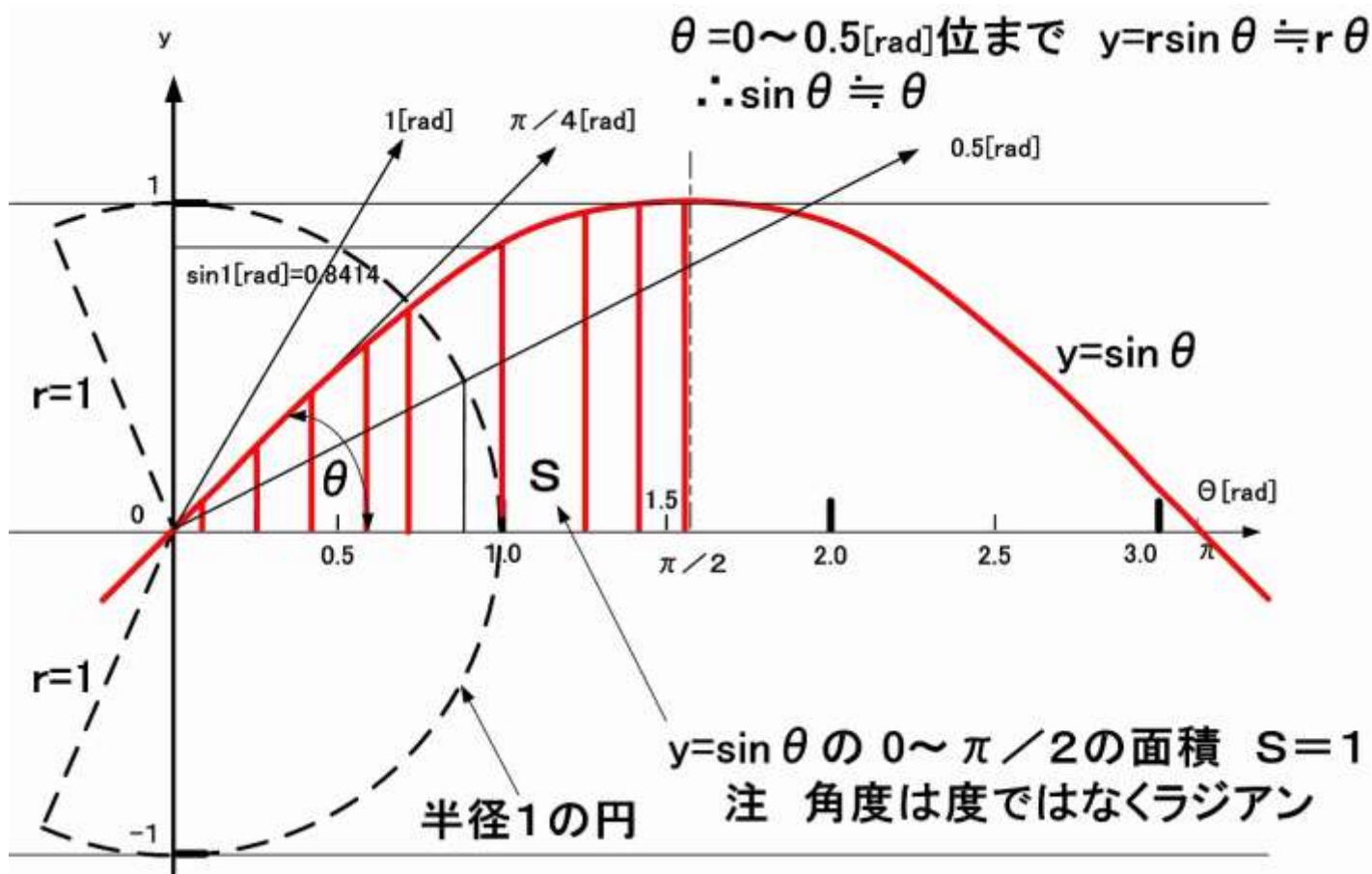
平均値の計算では面積を求める必要があります。関数値が分かっているらば積分を使えば簡単。

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 $0 \sim \pi/2$ （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。度は電気数学では使いません。忘れてください。

0クロス時（0度）の傾き  $d/dx$  は1。



$$S = \int_0^{\pi/2} \sin \theta d\theta = [-\cos \theta]_0^{\pi/2} = [-0 - (-1)] = 1$$

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

上の積分、微分から  $y = \sin \theta$  の  $0 \sim \pi/2$  の面積は最大値と同じく1。

$\theta = 0$ の時の傾きは1。何とすばらしく美しい答えですね。

このことを知っているらば平均値計算が暗算で出来ます。

実際に上のグラフを自分で書くと理解できます。

又、その時Sの面積を求めて下さい。……………1になりましたか？

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・電流は普通実効値で表される。

## 正弦波交流の最大値との関係

電気抵抗成分を  $R$  ( $\Omega$ )、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  $\omega = 2\pi$  (rad/s)、周期を  $T$  とする。

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。

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

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。 $I_m = V_m / R$  を代入

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

よって、実効値と最大値の関係は次のようになる。

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

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

$$\text{波高率} = \frac{I_m}{I_e} = \sqrt{2} = 1.414$$

また、最大値/実効値を波高率という。

## 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。

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

$\omega T/2 = \pi$  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。

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

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

また、実効値/平均値を波形率という。

\*\*\*\*\*

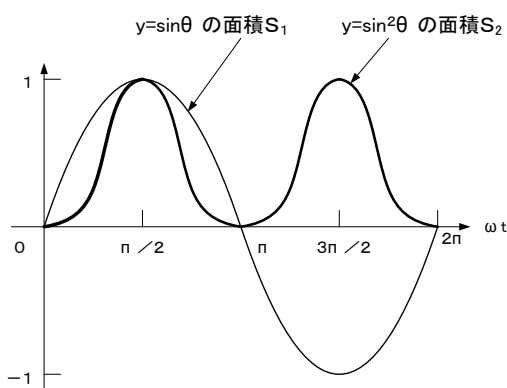
電流の実効値 effective value, Root Mean Square value(RMS)

RMS =  $\sqrt{\text{瞬時値の2乗の平均値}}$

$e = E_m \sin \omega t$  とすると、実効値Eは

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T E_m^2 \sin^2 \frac{2\pi}{T} t dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \frac{E_m^2}{2} (1 - \cos \frac{4\pi}{T} t) dt} \\ &= \sqrt{\frac{E_m^2}{2} * \frac{1}{T} \int_0^T (1 - \cos \frac{4\pi}{T} t) dt} = \sqrt{\frac{E_m^2}{2} * \frac{1}{T} [t - \frac{T}{4\pi} \sin \frac{4\pi}{T} t]_0^T} \\ &= \sqrt{\frac{E_m^2}{2} * \frac{1}{T} T} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

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 - $2\pi$ の面積	0,   4	$\pi$

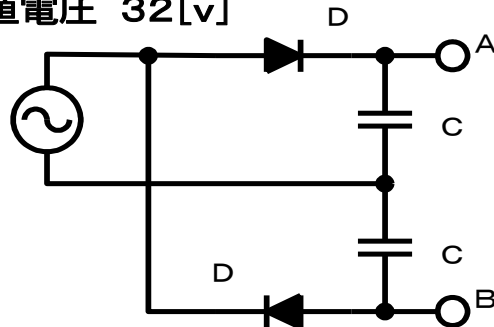
$$|S_1| = 2 * \int_0^\pi \sin \theta d\theta = 2[-\cos \theta]_0^\pi = 2 * (-(-1) - (-1)) = 4$$

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

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 P 2 4 3 図7-7 (b)参照

解答 暗算は  $32\sqrt{2} * 2 = 64\sqrt{2} = 64 (1 + 0.414)$   
 $= 64 + (64 * 0.4) = 64 + 25.6 = 89.6 \approx 90 [V]$   
 $E_{ab} = \text{ピーク充電電圧} * 2 = 32\sqrt{2} * 2 = 64\sqrt{2} = 89.6 \approx 90 [V] \therefore 4$

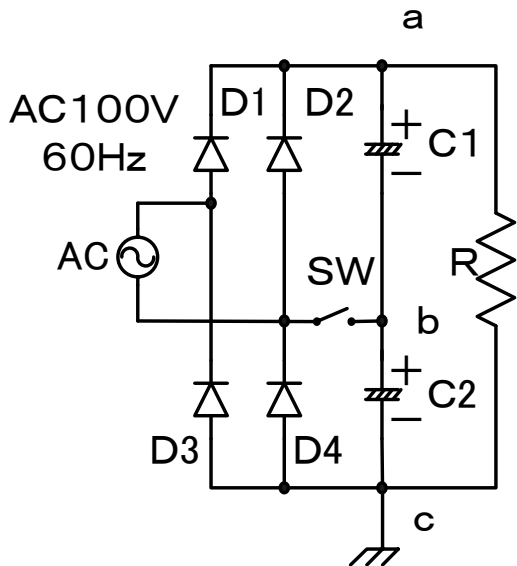
64
* 1.4
-----
256
64
-----
89.6

\*\*\*\*\*

コラム5：単相全波倍電圧整流回路

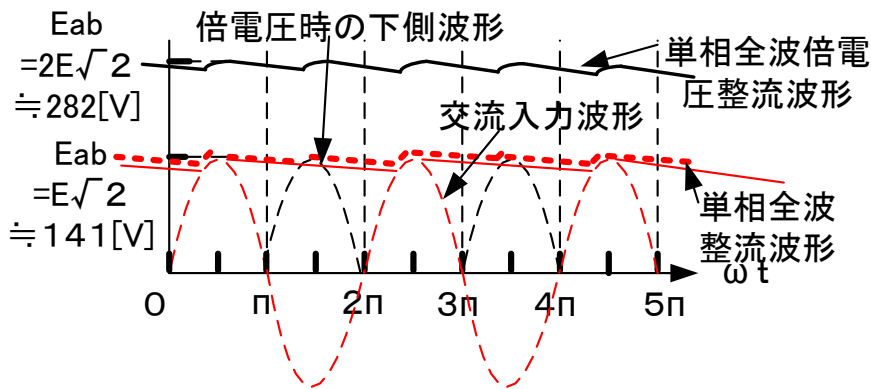
SW	電源の仕様	使用D i	整流方式	出力電圧 [V]
ON	日本向けの AC100 [V] 入力用	D 1, D 3 問題 7 同	単相全波 倍電圧整流	約DC282 [V] 国内向け専用仕様には SWは無い。
OFF	ヨーロッパ向けの AC230 [V] 入力用	D 1, D 2, D 3, D 4	単相全波整流	

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  $\approx 282 [V]$

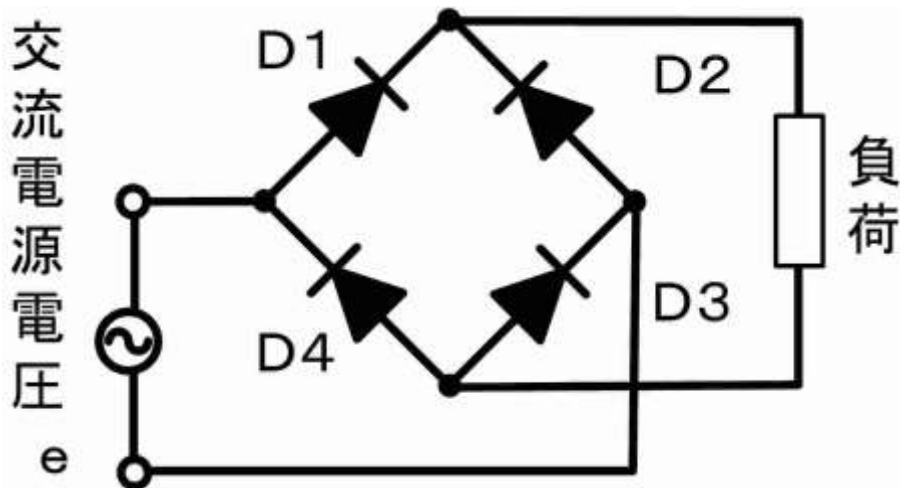


問題 8 2アマ/H16/12月/A-19

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。

42
* 0.64
-----
168
252
-----
26.88

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。  
 $E_{ab} = 30\sqrt{2} * 2/\pi = 42 * 0.637 = 26.88 \div 27$  [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 P15 コラム6：各種整流回路出力電圧一覧表の表から実効値 100 で全波が 90V だから、比例計算で  
 $90 * (30/100) = 2700/100 = 27$  [V]

③ 波形率 1.11 = 実効値/平均値 から  $E_{ab} = 30 * 1.11 = 30 * 0.9 = 27$  [V]

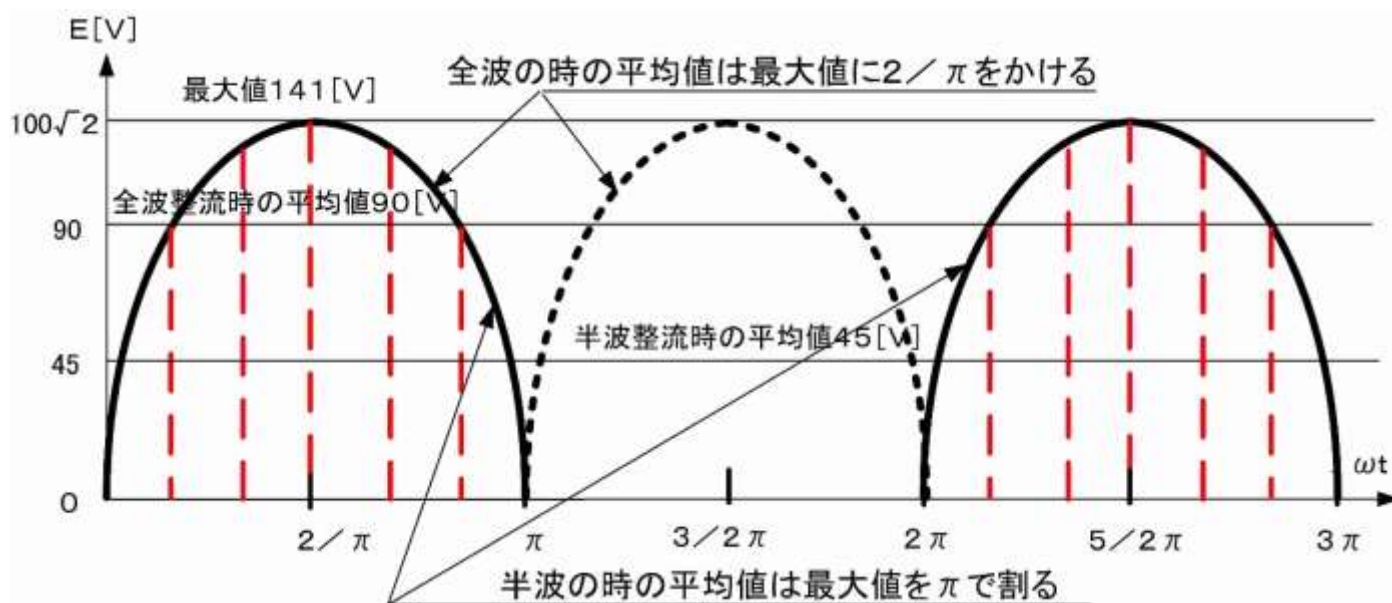
$$E_{ab} = \frac{1}{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} 2 \, edt = \frac{\frac{1}{4} \text{周期の電圧の面積}}{\text{横軸} \frac{\pi}{2} [\text{rad}] \text{で割る}} = \frac{30\sqrt{2}}{\frac{\pi}{2}} = \frac{2 * 30\sqrt{2}}{\pi} = 27[V] \therefore 2$$

又は一気に

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

コラム 6 : 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 $E_{\max} = E_{\text{rms}}\sqrt{2}$	実効値 100V を整流した時 の出力電圧 [V]
半波 整流 回路	$E_{\max} * \frac{1}{\pi} = 0.32E_{\max}$	32	$E_{\text{rms}}\sqrt{2} * \frac{1}{\pi}$ $= \frac{\sqrt{2}}{\pi} E_{\text{rms}} = 0.45E_{\text{rms}}$	45 $= 32\sqrt{2}$
全波 整流 回路	$E_{\max} * \frac{2}{\pi} = 0.64E_{\max}$	64	$E_{\text{rms}}\sqrt{2} * \frac{2}{\pi}$ $= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E_{\text{rms}} = 0.90E_{\text{rms}}$	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  $3.2 * 10 / 100 = 3.2$  [V]

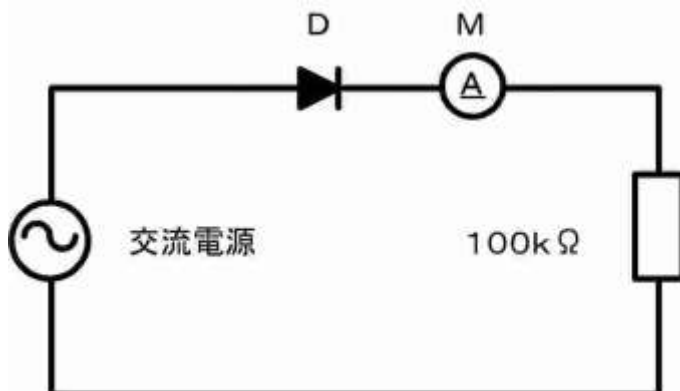
最大値 10V の全波整流回路の出力電圧は  $6.4 * 10 / 100 = 6.4$  [V]

実効値 10V の半波整流回路の出力電圧は  $4.5 * 10 / 100 = 4.5$  [V]

実効値 10V の全波整流回路の出力電圧は  $9.0 * 10 / 100 = 9.0$  [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量大とする。



- 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。

もし、可動鉄片形の時実効値を示すので注意。

詳細は新上級ハムになる本 P241 参照

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

半波整流の時の平均値は最大値に  $1/\pi$  をかける

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

$\sqrt{2}/\pi = 0.45$  を覚えていれば計算が断然速い。P109 参照

②  $0 \sim \pi/2$  間の面積  $S$  は  $\sqrt{2}$ 。  $\pi/2 \sim \pi$  間も同じなので2倍する。  $\therefore S = 2\sqrt{2}$

求めた面積を1周期の  $2\pi$  で割ると平均値が得られる。

$\therefore 2\sqrt{2}/2\pi = \sqrt{2}/\pi = 0.45$  [mA]

③積分計算

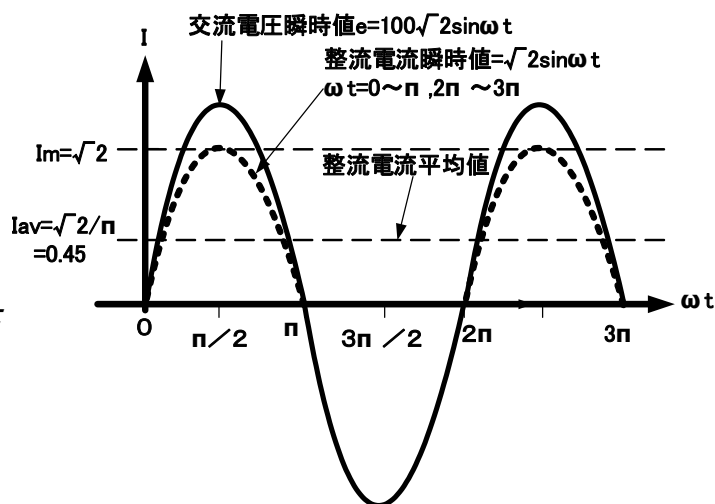
$$I_{max} = \frac{100\sqrt{2}}{100} = \sqrt{2} [mA]$$

$$I_{av} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} i dt = \frac{\sqrt{2}}{2\pi} [-\cos \omega t]_0^{\pi}$$

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

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

1.4
* 0.32
-----
28
42
-----
0.448



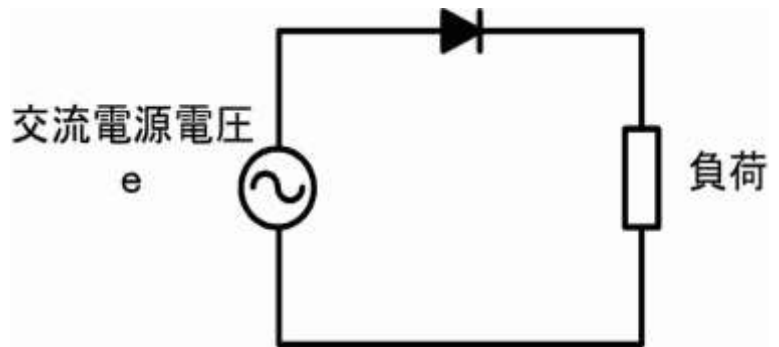


問題 10 2アマ/H16/8月/A-20

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  $2\pi$  [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。

解答

$$\textcircled{1} E_{ab} = 20\sqrt{2} * 1 / \pi = 20 * 0.45 = 9 \text{ [V]}$$

$\sqrt{2} / \pi = 0.45$  を覚えていれば計算が断然速い。P109 参照

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

$\textcircled{3}$  P15 の各種整流回路出力電圧一覧表から実効値 100

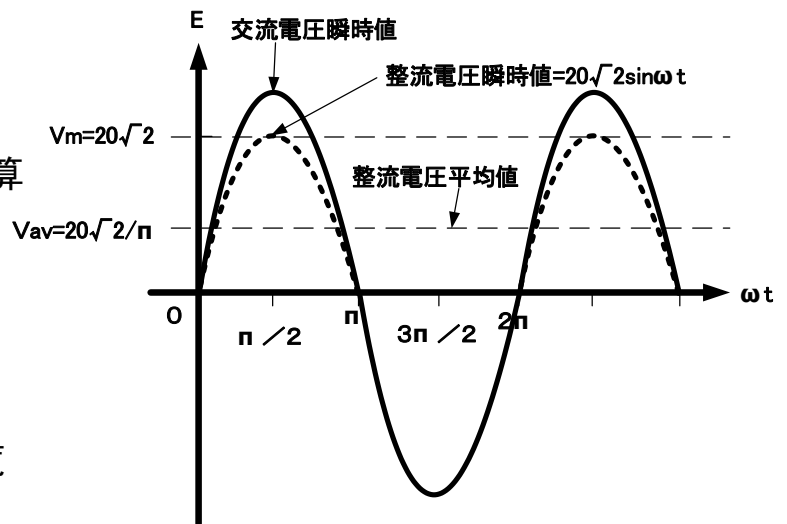
で半波が 45V だから、比例計算で

$$E_{ab} = 45 * (20 / 100) = 45 * 1 / 5 = 9 \text{ [V]}$$

$\textcircled{4}$  積分計算

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

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



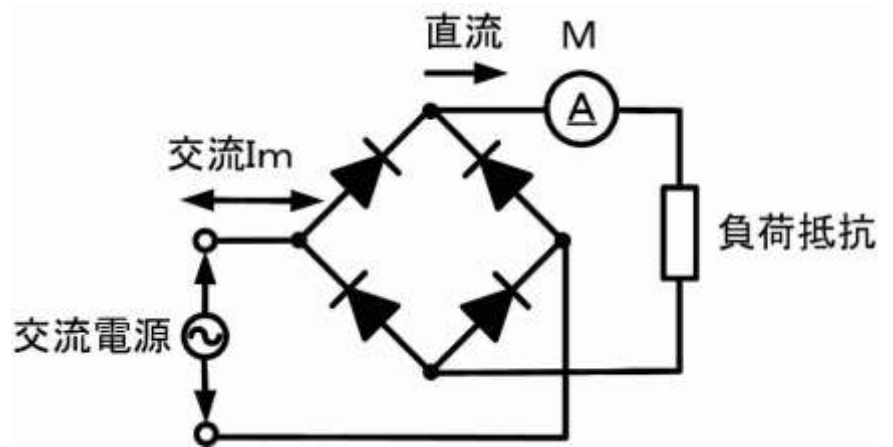
問題 11 1アマ/H15/12月/B-4

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 11 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 →

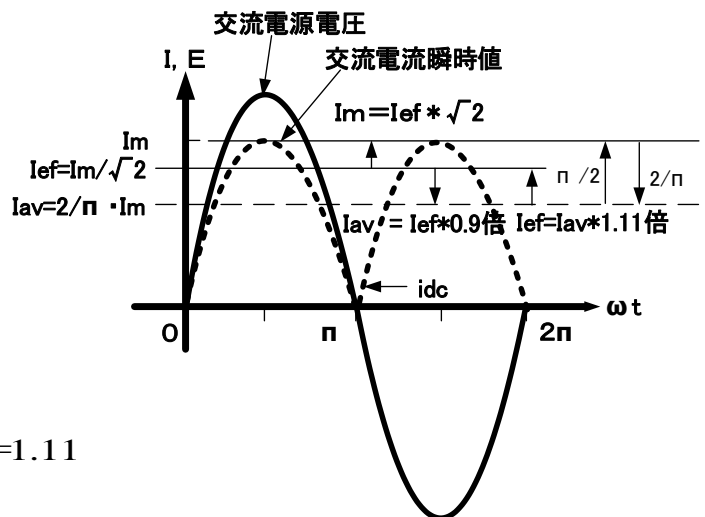
$$\text{エ/波形率} = \frac{\text{実効値}}{\text{平均値}} = \frac{\frac{I_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2 I_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$$

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

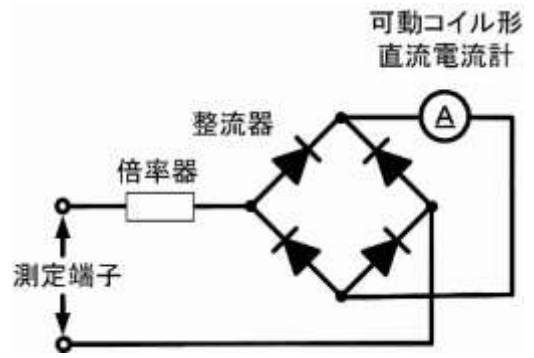
∴ 波形率の式を変形して 実効値 = 波形率 \* 平均値を代入



類題 1 1アマ/H7/10月, H13/8月, H14/12月

最大指示値 2.5[mA]の可動コイル形直流電流計を用いて、整流器と倍率器を接続し、図に示すような最大指示値が250[V]の交流電圧計を作る為、倍率器として用いられる抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、整流器における直流電流計の内部抵抗は無視するものとする。

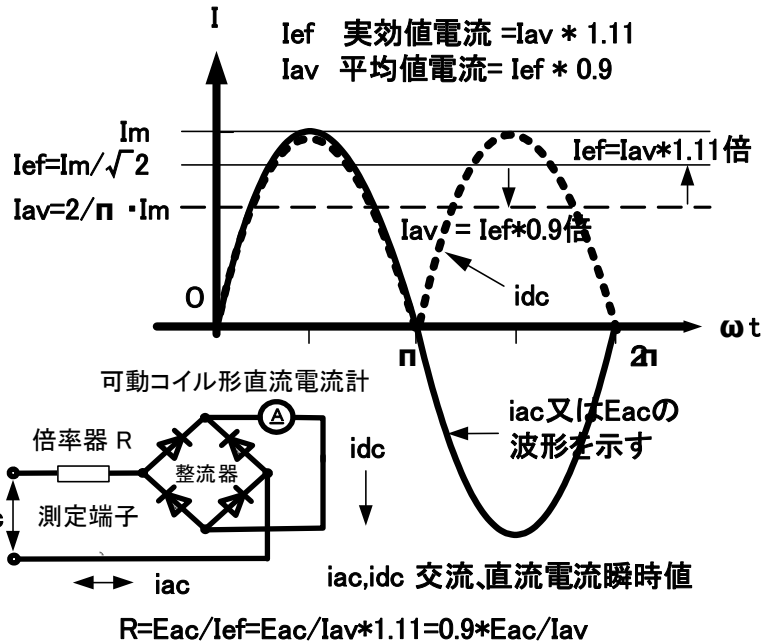
- 1 90[kΩ]      2 100[kΩ]      3 111[kΩ]      4 135[kΩ]      5 225[kΩ]



類題 1 解答 1

導入：可動コイル形直流電流計には全波整流電流の平均値 ( $2I_m/\pi$ ) = 2.5[mA]が流れる。

展開：実効値電流を求め交流入力電圧で割る。  
 正弦波の波形率 1.11=実効値/平均値  
 $\therefore$  実効値 = 1.11 \* 2.5 (平均値) [mA]  
 $\therefore$  オームの法則から  
 倍率器  $R[k\Omega] = 250[V] / (1.11 * 2.5)$   
 $= 0.9 * (250 / 2.5) = 90[k\Omega]$   
 丸暗記するなら倍率器  $R[k\Omega]$   
 $= 0.9 * (\text{交流電圧}[V] / \text{直流電流}[mA])$   
 $\therefore 1 / 1.11$  (波形率) = 0.9



$$\frac{2I_m}{\pi} = 2.5 * 10^{-3} \therefore I_m = \frac{\pi * 2.5 * 10^{-3}}{2} = 1.25\pi * 10^{-3} = 3.925 * 10^{-3} [A]$$

$$\therefore I_{m(rms)} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 3.925 * 10^{-3} * 0.707 = 2.78 * 10^{-3} [A]$$

$$\therefore \text{倍率器} = \frac{E_{ac}}{I_{m(rms)}} = \frac{250}{2.78 * 10^{-3}} = 8.99 * 10^4 [\Omega] \doteq 90[k\Omega]$$

次ページ問題 15 は  $0.9 * (250/1) = 225[k\Omega]$  答え 225.2[kΩ] を覚えていても類題 1 には通用しない。どうして以下の式を誘導しないのか疑問？

「交流電圧を直流電流で割って 0.9 をかける」と覚えた方がベター。  
 $I_{dc} / 0.9$  は実効値電流を示す

$$\text{倍率器} R = \frac{\text{交流入力電圧実効値 } E_{AC}}{I_{m\_rms}} = \frac{E_{AC}}{\frac{\pi}{2\sqrt{2}} (\text{波形率} 1.11) * I_{DC}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} * \frac{E_{AC}}{I_{DC}} = 0.9 \frac{E_{AC}}{I_{DC}} = \frac{E_{AC}}{\frac{I_{DC}}{0.9}} [\Omega] \dots \textcircled{1}$$



**問題15**

図において、可動コイル形電流計は、最大指示値が1[mA]の直流電流計である。図のように整流器と倍率器用の抵抗を接続して、最大指示値が250[V]の交流電圧計を作るために倍率器として用いる抵抗の値として、正しいものは次のうちどれか。ただし、整流器における損失と直流電流計の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 79.6 [kΩ]
- 2 159.2 [kΩ]
- 3 225.2 [kΩ]
- 4 250.0 [kΩ]
- 5 353.6 [kΩ]

答/3

さっちゃん  
超ムズ. こんな問題解けない  
~  
こんなときは、「225.5」と答の丸暗記だ



**問題15と類題1とは同一内容だが、定数が異なる為答えも異なる。左の問題で225.5を選ぶと間違**

\*\*\*\*\*

**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12 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

**解答** P23の⑪式に代入

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

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

$E_c$  : 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P24⑫に代入すると計算が断然早いし間違い無し。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。

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

## 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

$$i = I_m \sin(\omega t + \phi) \quad \dots\dots\dots ①$$

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  $\phi$  を変動させます。

### 2. AMの理論

①式において位相  $\phi$  を無視し、ここでは高周波電流  $i$  を

$$i = I_m \sin \omega t \quad \dots\dots\dots ②$$

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

$$i_s = I_s \sin pt \quad \dots\dots\dots ③$$

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。

$$i_o = (I_m + I_s \sin pt) \sin \omega t \quad \dots\dots\dots ④$$

この  $i_o$  はさらに

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

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、

$$i_o = I_m (1 + M \sin pt) \sin \omega t = I_m \sin \omega t + I_m M \sin \omega t \sin pt \dots\dots\dots ⑥$$

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

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

となります。

ここで第1項  $I_m \sin 2\pi f t$  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3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4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1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  $R$  [ $\Omega$ ] とすれば

$$\text{搬送波電力} \quad I^2 R \equiv P$$

$$\text{上側波電力} \quad \left(\frac{IM}{2}\right)^2 R = \frac{I^2 M^2 R}{4} = \frac{M^2}{4} P$$

$$\text{下側波電力} \quad \left(\frac{IM}{2}\right)^2 R = \frac{I^2 M^2 R}{4} = \frac{M^2}{4} P$$

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

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

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  $E_c$  とし、  
これを負荷抵抗  $R$  に加えると、 $P_m = E_e^2 / R$  となり、 $P_c = E_c^2 / R$  を式に代入すると

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

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

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。

### 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。

$$P_m = P_0 \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) = 50 \left(1 + \frac{0.8^2}{2}\right) = 50 * 1.32 = 66 [W]$$

## 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 <sub>e</sub> [A]	被変調波電圧の実効値 E <sub>e</sub> [A]	被変調波電力 P <sub>m</sub> [W]
0	1.00 I <sub>0</sub>	1.00 E <sub>0</sub>	1.00 P <sub>0</sub>
20	1.01 I <sub>0</sub>	1.01 E <sub>0</sub>	1.02 P <sub>0</sub>
40	1.08 I <sub>0</sub>	1.08 E <sub>0</sub>	1.08 P <sub>0</sub>
50	1.06 I <sub>0</sub>	1.06 E <sub>0</sub>	1.13 P <sub>0</sub>
60	1.09 I <sub>0</sub>	1.09 E <sub>0</sub>	1.18 P <sub>0</sub>
80	1.15 I <sub>0</sub>	1.15 E <sub>0</sub>	1.32 P <sub>0</sub>
100	1.22 I <sub>0</sub>	1.22 E <sub>0</sub>	1.50 P <sub>0</sub>

I<sub>0</sub>: 0 [%] 変調時の被変調波電流実効値 [A]

E<sub>0</sub>: 0 [%] 変調時の被変調波電圧実効値 [V]

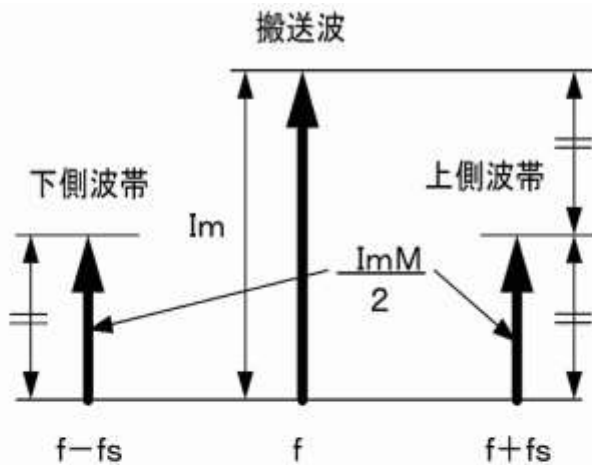
P<sub>0</sub>: 0 [%] 変調時の被変調波電力 [W]

$$I_e = I_0 \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} = E_0 \sqrt{1 + \frac{M^2}{2}} \quad \therefore M = \sqrt{2\left[\left(\frac{E_e}{E_0}\right)^2 - 1\right]} \dots\dots \textcircled{12}$$

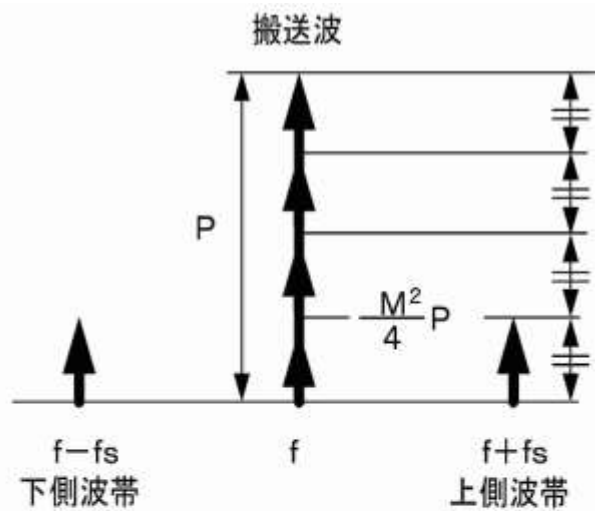
$$P_m = P_0 \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) \quad \therefore M = \sqrt{2\left(\frac{P_m}{P_0} - 1\right)} \dots\dots \textcircled{13} \text{電力から直接} M$$



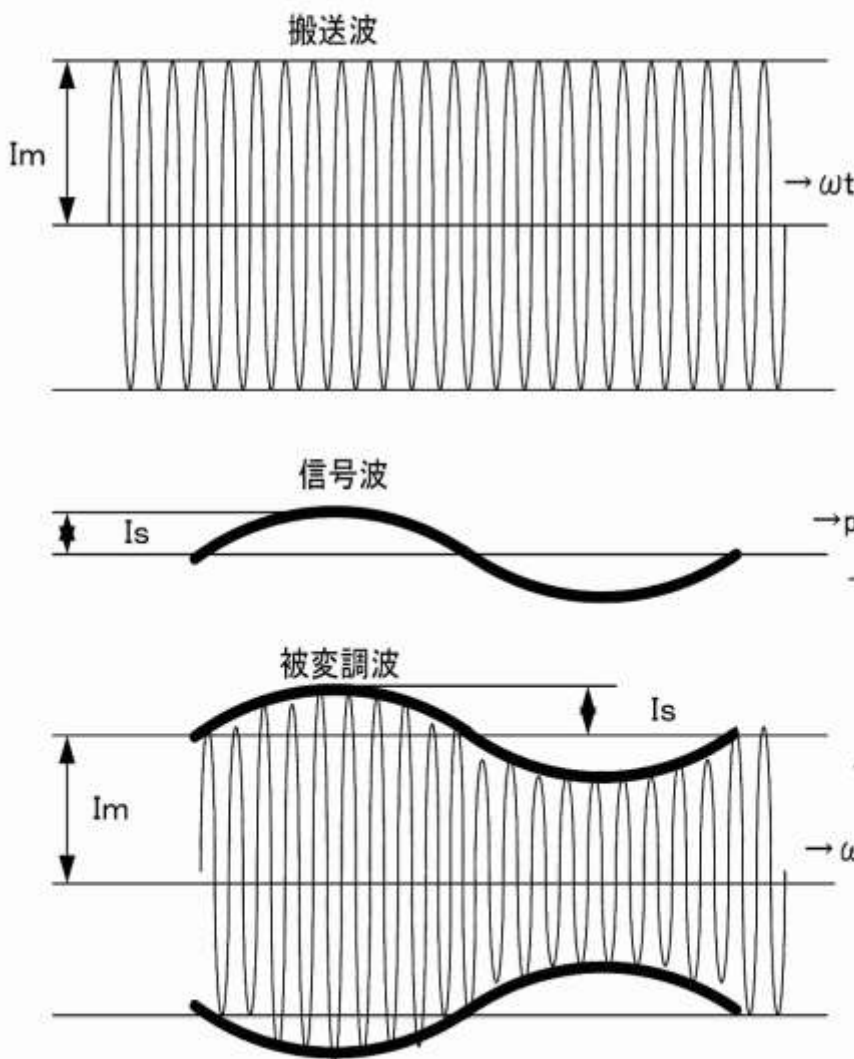
SSBは100%変調時 ( $M=1$ ) の各側波帯電力は  $1/4 P$ 。搬送波の  $1/4$  倍 ( $-6\text{ dB}$ ) 逓減されたものが出力される。同時に搬送波が0となり電力が節約される。逆に搬送波最大までスイングすると4倍 ( $+6\text{ dB}$ ) 出力増加できる。



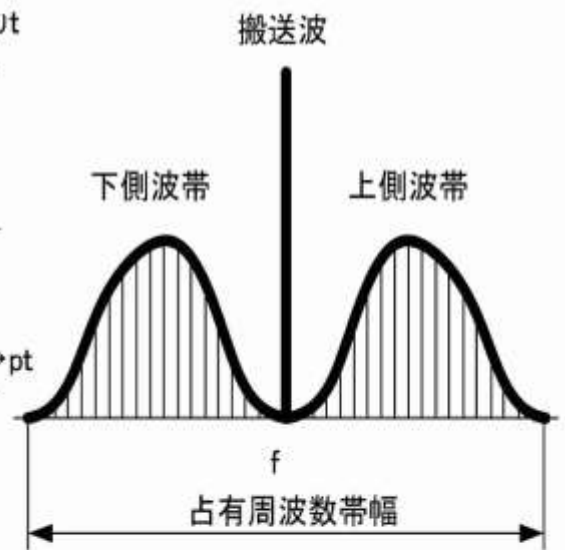
第1図 被変調波の各電流成分



第2図 被変調波の各電力成分



第3図 振幅変調波(AM)の被変調波



第4図 側波帯と占有周波数帯幅

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: P23 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

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

P101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。

又はP108の10.よく使う2乗の計算で  $15^2 = 225$  を覚えていれば解が断然早い。

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： P24 ⑫式参照。

解答

$$\begin{aligned} P_m &= P_c \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) = 70 * \left(1 + \frac{0.8^2}{2}\right) = 70 * \frac{2 + 0.64}{2} \\ &= 70 * \frac{2.64}{2} = 70 * 1.32 = 92.4 [W] \quad \therefore 2 \end{aligned}$$

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  $E_{p-p}$  はピーク電圧  $A$  の2倍の  $2A$  かかる。

$E$  は実効値なのでピーク値  $A = \sqrt{2}E$

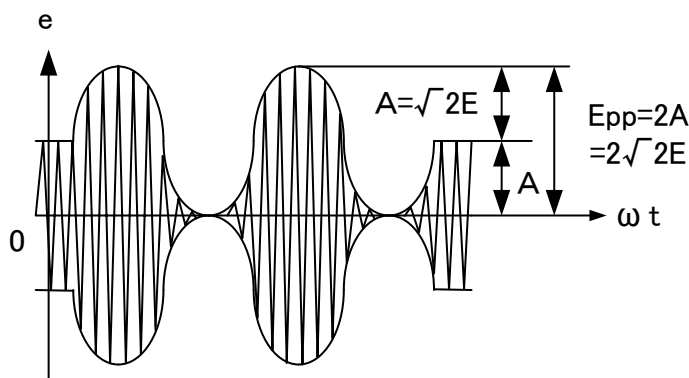
P102 オームの法則式参照。

解答

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

$$\therefore E_{pp} = 2 * \sqrt{2} * \sqrt{P * R} = 2 * \sqrt{2} * \sqrt{400 * 50}$$

$$= 2 * \sqrt{40000} = 2 * 200 = 400[V] \quad \therefore 5$$



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無変調電圧は電信の1/2でなければならない。電力は電圧の2乗に比例するので  $(1/2)^2 = 1/4$

展開： 比例関係  $P = E^2/R$  から  $P \propto E^2$  が成立。

∴電力は電圧の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

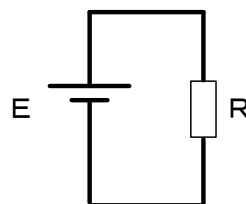
$$P_{am} = (1/2)^2 * \text{電信尖頭電力 } P_{cw}$$

$$= (1/4) * P_{cw}$$

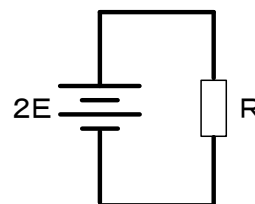
$$\therefore P_{am}/P_{cw} = 1/4$$

∴1/4倍となる。

∴3

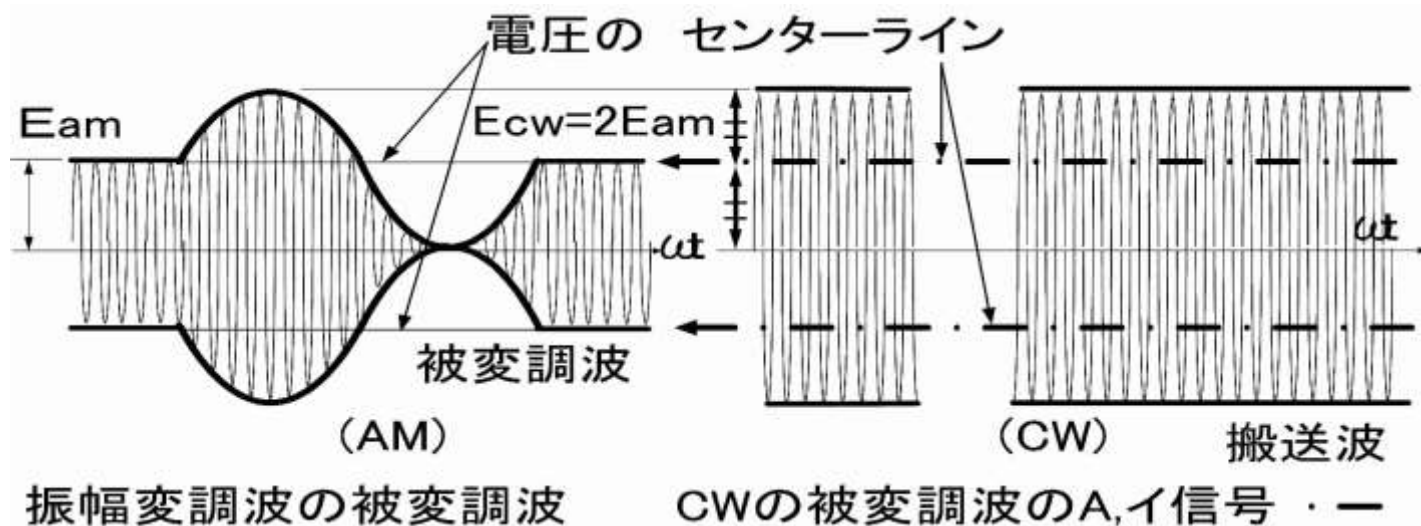


$$P_1 = \frac{E^2}{R}$$



$$P_2 = \frac{(2E)^2}{R} = \frac{4E^2}{R} = 4P_1$$

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



## コラム 8 : 循環小数の計算

試験には出ませんが至極簡単ですので覚えておくと便利です。

### 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上部両端にドットを付けて表す。

$$0.111111\dots = 0.\dot{1} \dots \text{①}$$

$$0.232323\dots = 0.\dot{2}\dot{3} \dots \text{②}$$

$$0.345345345\dots = 0.\dot{3}\dot{4}\dot{5} \dots \text{③}$$

### 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上部両端にドットを付けて表す。

$$0.71111\dots = 0.7\dot{1} \dots \text{④}$$

$$50.232323\dots = 50.\dot{2}\dot{3} \dots \text{⑤}$$

$$0.7345345345\dots = 0.7\dot{3}\dot{4}\dot{5} \dots \text{⑥}$$

### ③循環小数 X を分数に直す : 無限等比級数の和 (高校 数 2 B) で分数に直す。

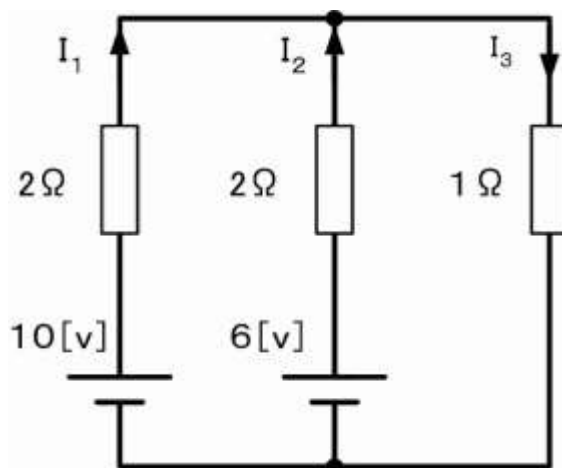
$X = \text{循環しない部分} + \text{初項} / (1 - \text{公比}) = a_1 / 1 - r$

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

④演習 : 例えば 0.232323... を分数で表現。1/100=0.01 ずつ減少しているので分母 = 1-0.01=0.99, 分子=0.23 ∴ 0.23/0.99=23/99。23/99 を卓電で計算して下さい。123/999 の答えを予測して下さい。

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。

行列式の解説は P106 参照。

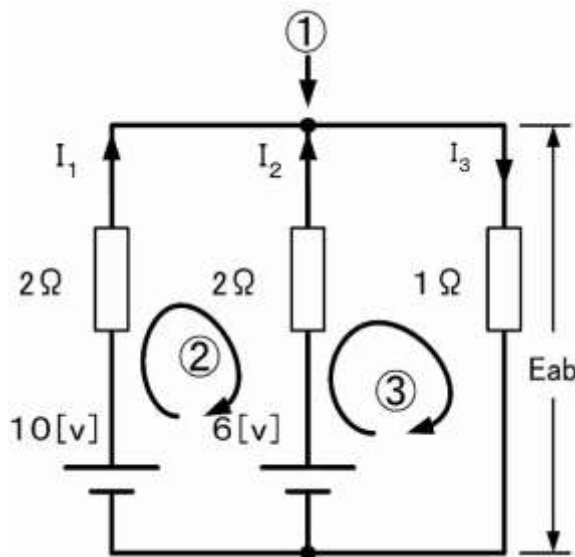
②日目計算（ミルマンの定理）による解法。P107 参照。

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

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

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

ちなみに  $I_1$ 、 $I_2$  を求めよ / 日目計算による解法

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

(数字間の  $\sim$  は大きい方から小さい方を引くという意味)

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

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

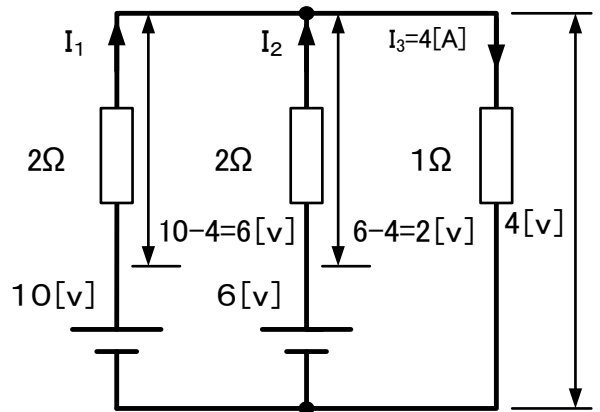
$$4I_2 - 2I_3 = -4$$

$$2I_2 - I_3 = -2 \dots\dots\dots ④$$

$I_2$  消去の目的で③ - ④ を求める

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

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



④答えから逆算して答えを求める解法

導入  $I_3$  に 1 ~ 5 の答えを代入して

$I_3 = I_1 + I_2$  を満足する答えを選ぶ。

展開 今仮に 4 の  $I_3 = 4 [A]$  を代入する。

$1 \Omega$  にかかる電圧 =  $1 * 4 = 4 [V]$

$$\therefore I_1 = (10 - 4) / 2 = 6 / 2 = 3 [A],$$

$$I_2 = (6 - 4) / 2 = 2 / 2 = 1 [A]$$

$$\therefore I_3 = 3 + 1 = 4 [A]。あと 1, 2, 3, 5 [A]$$

について同様にしても  $I_3$  の式が満足しないので

4 が正解。

5 択であるから可能なのであって記述式の場合は通用しない。

あまりお薦めできる解法ではない。検算としては有用。

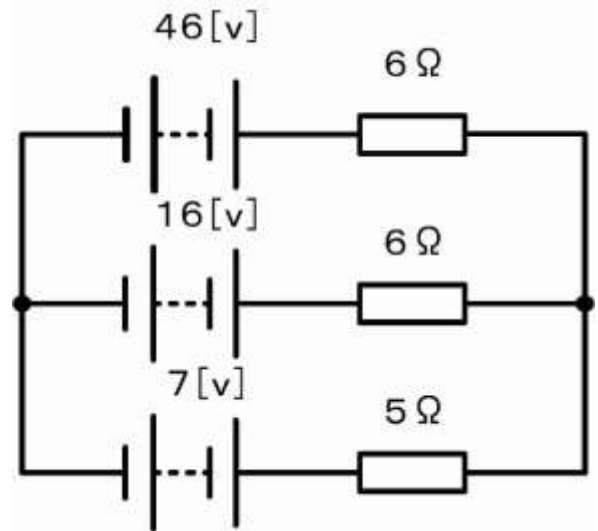


問題 18 1アマ/H15/12月/A-4

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

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。行列式の解説はP106参照。

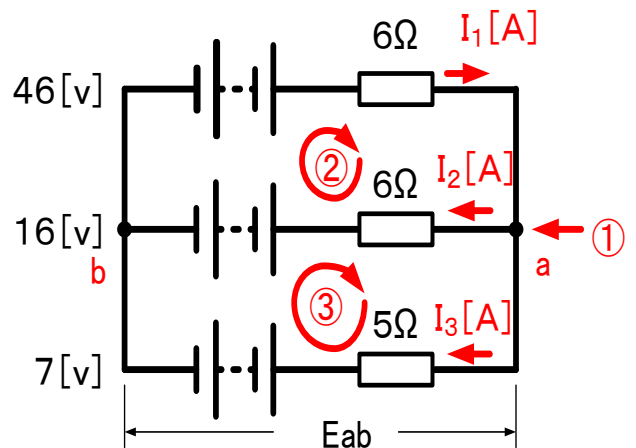
②日目計算（ミルマンの定理）による解法。P107参照。

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

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



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

## ②日目計算（ミルマンの定理）による解法

H 1 4 から現在迄電池の極性が逆方向の回路は試験に出ていない。

今後もたぶん出ないはず？

もし出たときは  $E_{ab}$  の分子が、その部分のみ一となる。

$$E_{ab} = \frac{\frac{46}{6} + \frac{16}{6} + \frac{7}{5}}{\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{5}} = \frac{\frac{230+80+42}{30}}{\frac{5+5+6}{30}} = \frac{352}{16} = 22[V] \quad \therefore I_3 = \frac{22 \sim 7}{5} = \frac{15}{5} = 3[A] \quad \therefore 1$$

$$\text{ちなみに } I_1 = \frac{22 \sim 46}{6} = \frac{24}{6} = 4[A] \quad I_2 = \frac{22 \sim 16}{6} = \frac{6}{6} = 1[A]$$

## コラム9: 度・角度の由来 / wikipediaより

360 という数は、1 年の日数に由来すると言われる。ペルシア暦のような初期の暦法では、1 年は 360 日とされていた。1 周を 360 度とすることで、星が北極星を中心とする円を 1 日 1 度回ることになり、星を観測する際に便利である。これを幾何学における角度の測定に応用した人物は、ギリシャのタレスであると考えられている。タレスは、ギリシャ人の間に幾何学を普及させた人物であり、アナトリア（現在のトルコ）においてエジプトとバビロンの両方に関係していた人々と共に住んでいた。また、360 は約数が多く、除算のしやすい数である。1 と 360 以外に 22 個の約数を持ち、1 から 10 までの数のうち、割り切れない数は 7 だけである。1 から 10 までの全ての数で割り切れる最小の数は 2520 であるが、これは大き過ぎて使いやすい数ではない。

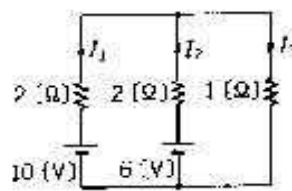
数学においては、360 に約数が多いという点はそれほど重要ではないため、度はほとんど用いられない。数学においては、ラジアン (rad、円の半径に等しい長さの弧の中心に対する角度) を用いるのが一般的である。円周は  $2\pi$  であるので、 $360^\circ = 2\pi$  [rad],  $1^\circ \approx 0.0174533$  [rad],  $1$  [rad]  $\approx 57.29578^\circ$  となる。ラジアンは国際単位系 (SI) における角度の単位となっている。度は非 SI の単位であるが広く使用されているため、SI と併用して良い単位とされている。

メートル法は十進法に基づいているため、メートル法導入当初、角度にも 10 の累乗数を取り入れる試みがあった。その単位はグレード (grade) またはゴン (gon) といい、一周を 400 グレードとする。この単位では、直角を 100 等分したものとなる。グレードは十分な支持を得られなかったが、計算しやすい点から、現在でも多くの科学用計算機で採用されている。地球は 4 分で 1 度回転する。緯度 1 度に相当する平均的な子午線弧長はおよそ 111.133 km である。一周 ( $360^\circ$ ) を周角、半周 ( $180^\circ$ ) を平角、四半周 ( $90^\circ$ ) を直角、三四半周 ( $270^\circ$ ) を三直角という。

### ⑤キルヒホッフの定理

#### 問題20

図に示す回路において $I_1$  [A] の値として正しいものは次のうちどれか。

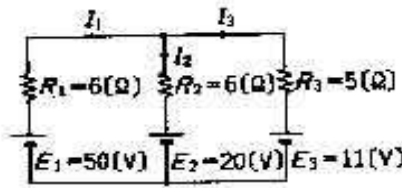


- 1 1 [A]      2 2 [A]      3 3 [A]  
4 4 [A]      5 5 [A]

答/4

#### 問題21

図の回路において、電流 $I_3$ の値は次のうちどれか。

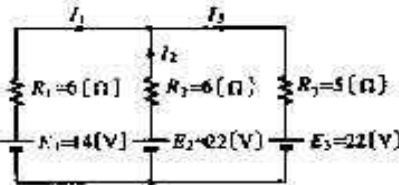


- 1 7 [A]      2 6 [A]      3 5 [A]  
4 4 [A]      5 3 [A]

答/5

#### 問題22

図の回路において、電流 $I_3$ の値は次のうちどれか。



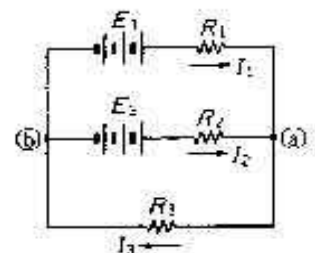
- 1 0.2 [A]    2 0.3 [A]    3 0.4 [A]  
4 0.5 [A]    5 0.6 [A]

答/4

#### 問題23

図において、 $R_1=4$  [Ω],  $R_2=4$  [Ω],  $R_3=5$  [Ω],  $E_1=16$  [V],  $E_2=12$  [V] としたとき、 $\text{a}$ 、 $\text{b}$ 間の電圧、および $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  の各電流値との組み合わせとして、正しいものは次のうちどれか。

$\text{a}$ 、 $\text{b}$ 間電圧	$I_1$	$I_2$	$I_3$
1 5.0 [V]	2.75 [A]	-1.75 [A]	1.0 [A]
2 7.8 [V]	1.2 [A]	0.36 [A]	1.56 [A]
3 10.0 [V]	1.5 [A]	0.5 [A]	2.0 [A]
4 13.9 [V]	1.89 [A]	0.89 [A]	2.78 [A]
5 20.0 [V]	3.0 [A]	1.0 [A]	4.0 [A]



答/3

「楽しく覚える1アマ攻略」でのキルヒホッフの法則の解法テクニック。

キルヒホッフの法則が一般的な名称ですが?????????

定理とは聞いたことがありません???

ここではお手上げ状態で放棄している。

ミルマンの定理で解けば難しくはない。

合格したいのなら放棄は論外。

「答えを覚える」とはどういう意味か不明。

覚えても意味なしと思いますが?

17受験料¥8950

27受験料¥7450

もかかるし、1日潰れます。

準備も含めると1発勝負は疑問。

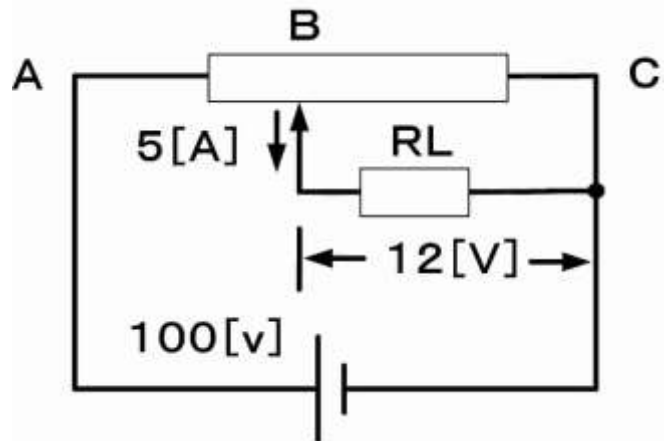


問題 19 1アマ/H20/8月/A-4

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。

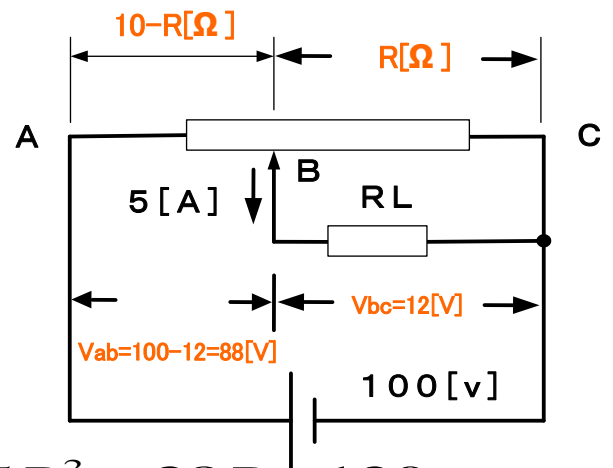
- 1 8 [Ω]
- 2 6 [Ω]
- 3 4 [Ω]
- 4 2 [Ω]
- 5 1 [Ω]



問題 19 解答 4

導入：電池電流 = R を流れる電流 + RL を流れる電流とおく

解答 BC間の抵抗をR [Ω] とおく



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

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

$$5R^2 + 50R - 120 = 0 \quad R^2 + 10R - 24 = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

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

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

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

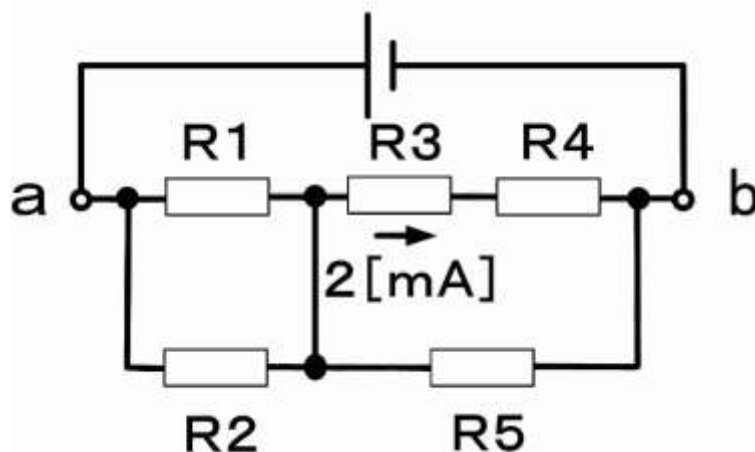
$$= \frac{-10 \pm 14}{2} = \frac{4}{2} = 2, \quad \frac{-24}{2} = -12 \text{ は不適}$$

√196 を開く計算はP108 10. よく使う2乗の計算表参照  
 因数分解はP4の練習問題4参照。

問題 20 1アマ/H21/4月/A-4

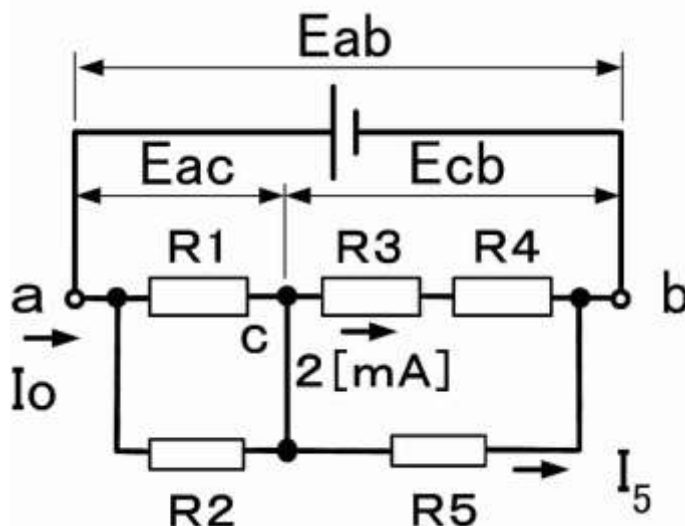
図に示す回路において、抵抗R3に2[mA]の電流を流したい。端子a b間に加えるべき電圧の値として正しいものを下の番号から選べ。

ただし、 $R_1=4$  [K $\Omega$ ],  $R_2=6$  [K $\Omega$ ],  
 $R_3=10$  [K $\Omega$ ],  $R_4=2$  [K $\Omega$ ],  
 $R_5=8$  [K $\Omega$ ] 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： P102 オームの法則式参照。

展開： R1-3間をC点、R5を流れる電流を  $I_5$ 、R1の電圧  $E_{ac}$ 、R5の電圧  $E_{cb}$ 、全電流  $I_0$  とおく。 $E_{cb}/R_5$  で電流  $I_5$  をもとめる。ハシゴの電圧の和を求める。

解答

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

$$R_1 // R_2 = \frac{4 * 6}{4 + 6} = \frac{24}{10} = 2.4[K\Omega] \quad E_{ac} = 2.4 * 5 = 12[V]$$

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

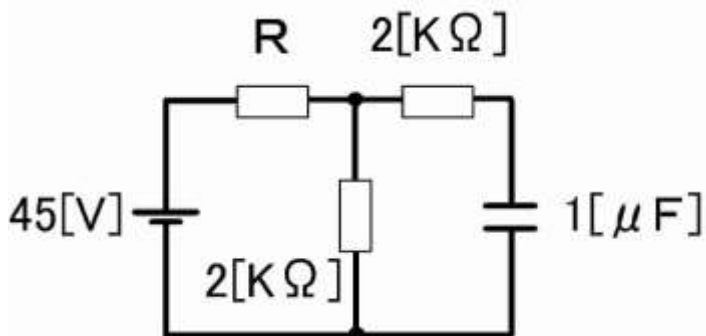
暗算による解法

$R_1 // R_2$  の計算方法。 $R_2/R_1 = 6/4 = 1.5$ 。P83の速算表から1.5 → 0.6を誘導。  
 $\therefore R_0 = 4 * 0.6 = 2.4$  [k $\Omega$ ]

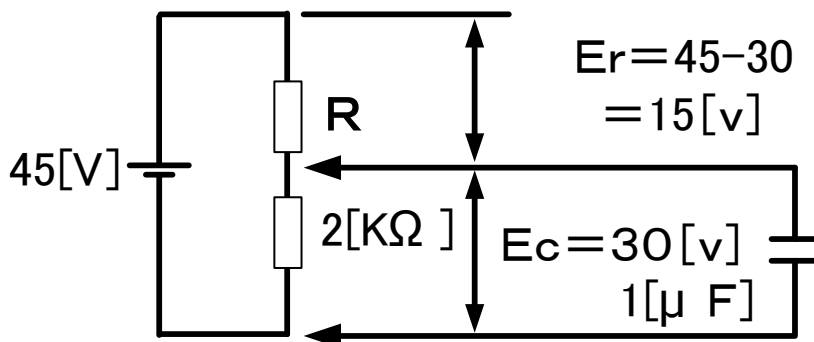
問題 21 1アマ/H19/8月/A-3

図に示す回路において、静電容量が1 [μF] のコンデンサに蓄えられた電荷が30 [μC] であるとき、抵抗Rの値として、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 P 33 1-11 式参照)

P 102 オームの法則式と電荷量参照。

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 [kΩ] と  $E_c$  同一電位になる。

∴ R と 2 [kΩ] とで電池電圧が正比に分割されるから

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

② 2 [kΩ] に 30 [V] がかかっているの、R にはその半分の 15 [V] の電圧がかかっている。

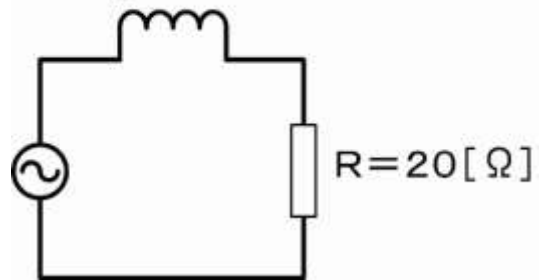
R は 2 [kΩ] の半分の抵抗  $2 / 2 = 1 [k\Omega]$  でなければならない。 ∴ 2

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

$$X_L = 15[\Omega]$$



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

問題 22 解答 4

導入： インピーダンスベクトル図を書く。

抵抗分を実軸 Re に、リアクタンス分を虚軸 j に書く。

∴各インピーダンスを電流倍したものは電圧になります。つまりインピーダンスベクトルは1Aの電流が流れたときの電圧 (1[A]\*[Ω] = [V]) ともいえます。

(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。

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

∴ [V] = [Ω] インピーダンスの解析に有用。[次元] は異なるが同値。

P55にインピーダンスベクトルと電流倍した電圧ベクトル参照)

注1. 直列回路は電流 I を基準にとるので、インダクタンスにかかる電圧は π/2 進み、キャパシタンスにかかる電圧は π/2 遅れる。

注2. 並列回路は電圧 E を基準にとるので、インダクタンスに流れる電流は π/2 遅れ、キャパシタンス流れる電流は π/2 進む。

以上をごっちゃにしないこと。

以下の問題23, 24, 25, 28, 34, 38に適用。以下同。 解答

$$\dot{Z} = R + jX_L = R + j\omega L = 20 + j15$$

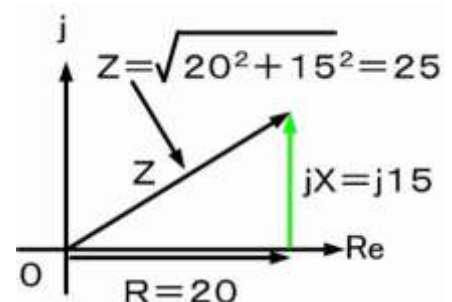
$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{400 + 225}$$

$$= \sqrt{625} = 25[\Omega] \quad \therefore 4$$

P108 7項の3平方の定理表を覚えて

いると解が断然速い。

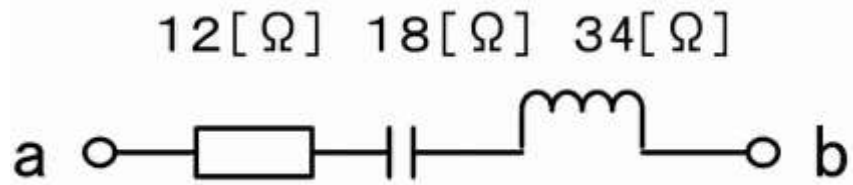
$$15^2 + 20^2 = 25^2$$



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 解答

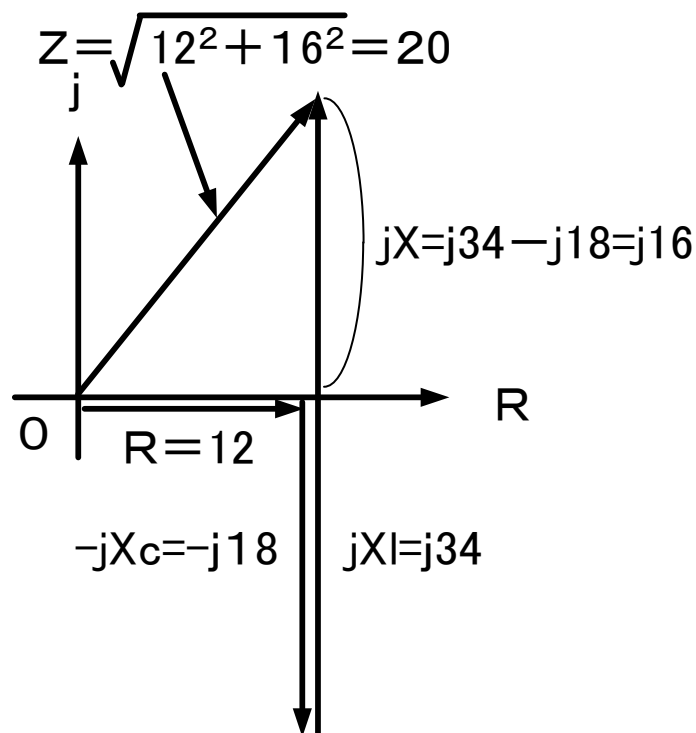
導入： 直列だから代数和を求める。実数と虚数からピタゴラスの定理で合成インピーダンスを求める。

F108 7項の3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。

$$12^2 + 16^2 = 20^2$$

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

$$\therefore Z_{ab} = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{144 + 256} = \sqrt{400} = 20[\Omega] \quad \therefore 1$$

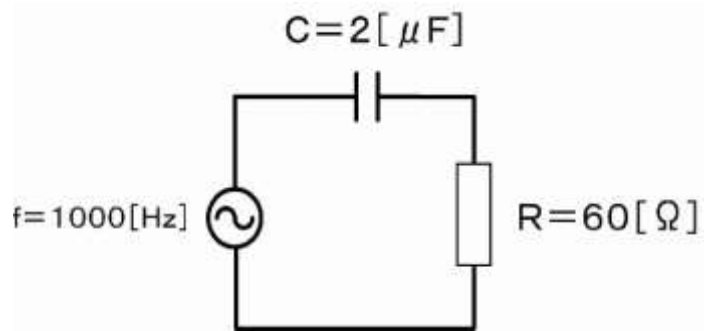




問題 24 2アマ/P36/Q20/H13以前の出題

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

解答

導入： Cのリアクタンス $X_c$ を求める。ピタゴラスの定理で合成インピーダンスを求める。

P109の  $1/4\pi=0.0795774$  を覚えていれば解が断然速い。

P108の7項 3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。

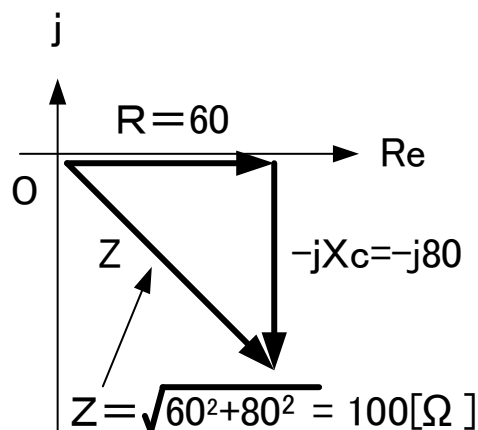
$$6^2 + 8^2 = 10^2 \rightarrow 60^2 + 80^2 = 100^2$$

① $X_c$ の別解 P49のコラム10. 1-50-3200の法則から暗算で

$$X_c = 3200 * 1/2 * (50/1000) = 80[\Omega]$$

$$\dot{X}_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi * 1000 * 2 * 10^{-6}} = 7.95774 * 10^1 \doteq 80$$

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



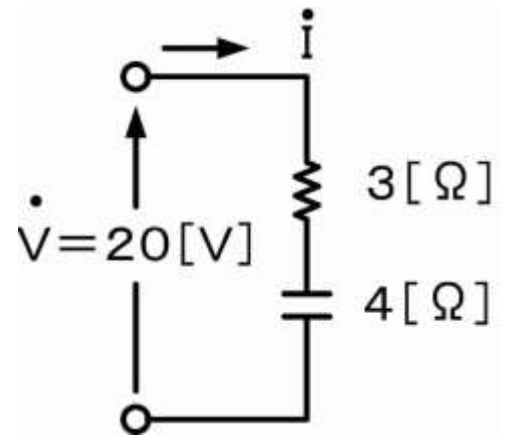
問題 25 1アマ/P38/Q20/H13以前の出題

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 $\dot{Z}$ は、  
 [    A    ] で表され、絶対値は [    B    ] となる。又、回路に流れる電流 $\dot{I}$ は  
 [    C    ] で表せる。

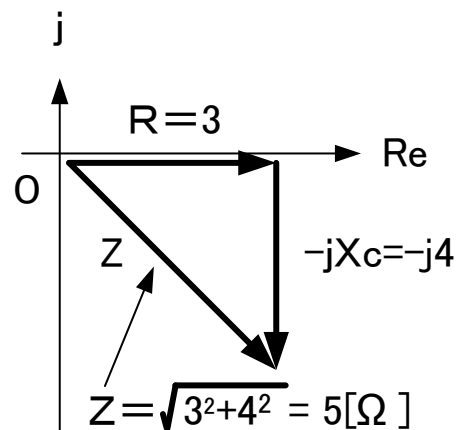
	A	B	C
1	$3 - j4$	5	$2.4 + j3.2$
2	$3 + j4$	7	$12 + j16$
3	$3 - j4$	1	$2.4 - j3.2$
4	$3 + j4$	5	$12 - j16$



問題 25 解答 1

P108の7項 3平方の定理表  
 を覚えていると解が断然速い。

$$3^2 + 4^2 = 5^2$$



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

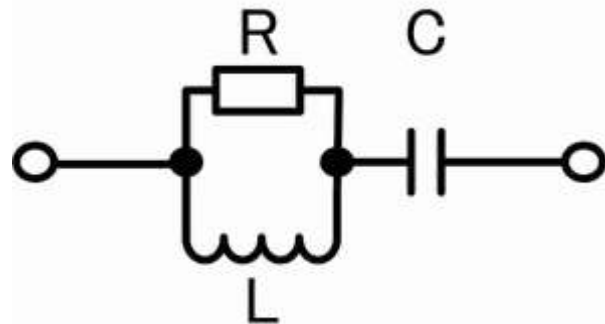
計算のスキルアップ（複素数の有理化）

- ① 25で割るときは100/25=4だから4をかける。50の時は2。
- ② ①の桁は別途計算して桁を合わせる。
- 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
- 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、解が断然早い。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。

約分すると計算が至極簡単となり、間違いがなくなる。

注1：複素数の有理化計算はP42 Q25の③, ④を適用。

注2：R//LとはRとLが並列接続されているという意味

注3： $Z = \pm jX$  の並列接続時の  $Z = R/2 \pm jX/2$  から (スキルアップ 資料 P5 参照) から  $Z = 9 + j9 - j9 = 9[\Omega]$

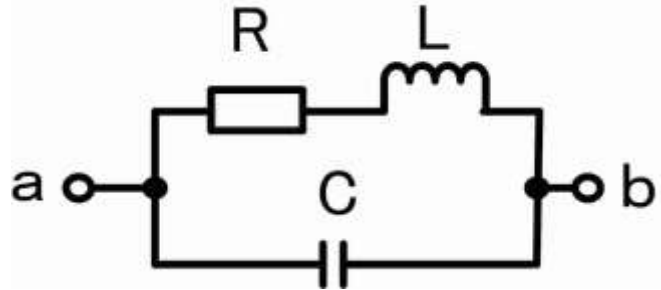
解答

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

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：複素数の有理化計算はP42 Q25の③, ④を適用。

解答

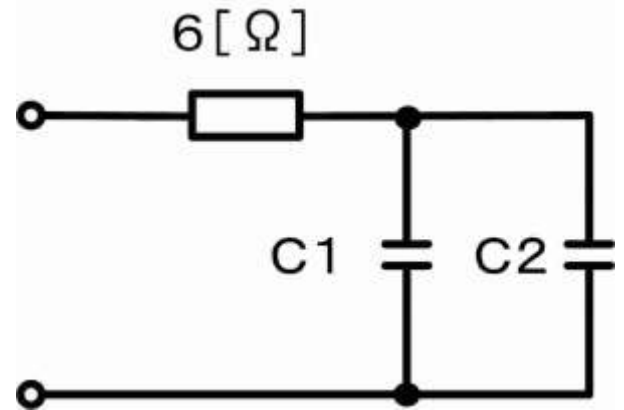
$$\begin{aligned}
 Z_{ab} &= \frac{(R + j\omega L)(-j\frac{1}{\omega C})}{(R + j\omega L) - j\frac{1}{\omega C}} = \frac{(15 + j15)(-j30)}{15 + j15 - j30} \\
 &= \frac{(15 + j15)(-j30)}{15 - j15} = \frac{(1 + j)(-j30)}{1 - j} \\
 &= \frac{(1 + j)^2(-j30)}{(1 - j)(1 + j)} = \frac{-j30(1 + j2 - 1)}{2}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

$$\begin{aligned}
 \text{別解 } Y &= \frac{1}{15 + j15} + \frac{1}{-j30} = \frac{-j30 + 15 + j15}{-j30(15 + j15)} \\
 &= \frac{15 - j15}{450 - j450} = \frac{1 - j}{30 - j30}
 \end{aligned}$$

$$\therefore Z = \frac{1}{Y} = \frac{(30 - j30)(1 + j)}{(1 - j)(1 + j)} = \frac{30 + j30 - j30 + 30}{1 + 1} = \frac{60}{2} = 30[\Omega]$$

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 (虚数の符号不要)

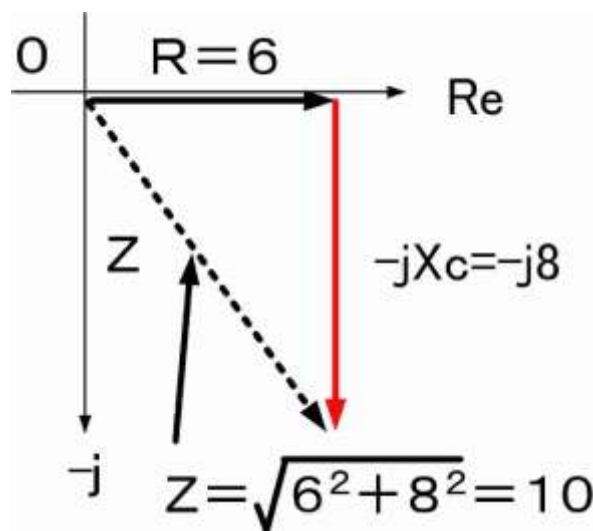
$$X_C = (12 * 24) / (12 + 24) = 288 / 36 = 8 \text{ [}\Omega\text{]}$$

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

$\therefore 2$

P108の7項3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。

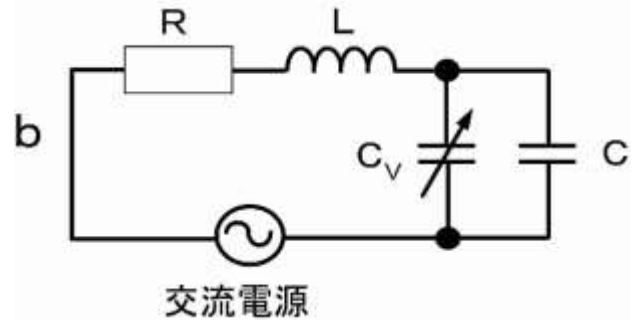
$$6^2 + 8^2 = 10^2$$



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<sub>v</sub>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 <sub>v</sub>	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C<sub>v</sub>を誘導する。 解答

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

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

有効数字のみ暗算による解法/P109の12. 無理数の語呂合わせを覚えていると解が断然早い

$$1 / \pi^2 \approx 0.1 \quad C_0 \approx 1 / (8 * 50) = 1 / 400 \rightarrow \text{有効数字 } 2.5$$

桁計算を別途して250 [PF] を確定。

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

$$Q = 7.05\pi \approx 7 * 3.1 = 21.7 \approx 22$$

\*\*\*\*\*  
次ページ 問題 30 で  $\sqrt{20} = 4.472$  を筆算で求める計算例。

	4.	4	7	2	.....
4	$\sqrt{20}$	00	00	00	00
4	16				
84	4	00			
4	3	36			
887		64	00		
7		62	09		
8942		19	100		
2		17	884		
8944		12	16		

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

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

②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/P101インド数学による2桁のかけ算の項参照

√20の暗算/ 4<sup>2</sup>=16, 5<sup>2</sup>=25だから約4.5位と推理する。

インド数学から4.5<sup>2</sup>=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？

$$\begin{aligned} 1/2\pi &= 0.1591 \text{だから} \quad f = 1.591/4.5 \div 1/3 \\ &= 0.333 \text{を誘導} \end{aligned}$$

(分子は分母の約3倍)。後は別途桁計算して 3.33 \* 10<sup>6</sup> [Hz] を誘導。  
さて、この割り算あなたならどうする？

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

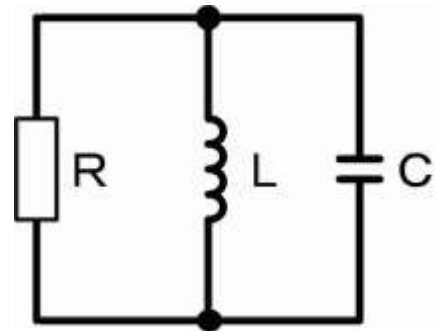
③P61のQ42簡略式①に代入

$$f = \frac{160}{\sqrt{LC}} = \frac{160}{\sqrt{50 * 40}} = \frac{160}{\sqrt{2000}} \div \frac{160}{45} = \frac{32}{9} = 3.5 [MHz]$$

問題 31 1アマ/H16/12月/A-4

図に示すRLC並列回路の共振周波数が3.5 [MHz]の時、回路のQ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4.7 [kΩ]及びコイルLの自己インダクタンスは42 [μH]とする。

- 1 0.2
- 2 2.0
- 3 5.1
- 4 19.6
- 5 32.0



問題31 解答 3

導入： コイルのロスをもRで表しているので大きな値。

LとRとが直列に入っていないので注意。Q=ωL/Rと間違わぬこと。

通常Lの抵抗値は約0~1 [Ω]。ロス分が外部抵抗4.7 [kΩ]で現されているときは Q=R/ωL。コイルの抵抗が4.7 [kΩ]ではないので注意。タンク回路にそんな大きな抵抗はないです。

解答

$$Q = \frac{R}{\omega L} = \frac{4.7 * 10^3}{2\pi * 3.5 * 10^6 * 42 * 10^{-6}}$$

$$= 5.09 \doteq 5.1 \therefore 3$$

暗算による解法： P109の11. 無理数の語呂合わせを覚えていると解が断然早い  
1/2π=0.1591から

$$Q = \frac{0.1591 * 4.7 * 10^2}{3.5 * 4.2} \doteq \frac{1 * 1 * 10^1}{2 * 1} = 0.5 * 10 = 5$$

3.5の1/2は1.75だが1.591なので10%大きめに出る

4.7/4.2=1と置いたので10%小さめに出ている。

相互に補正しあって+10%-10%≒±0% ∴Q=5.0と解答。

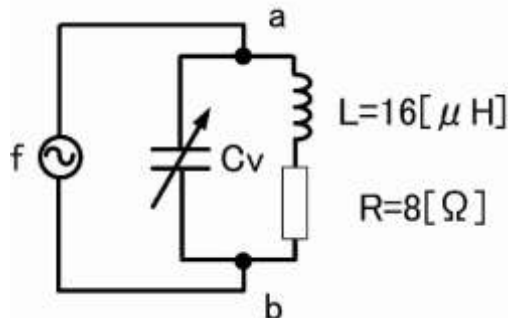
時間があれば筆算で計算して下さい。



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

詳細は新上級ハムになる本 P87 2-58 式参照

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

\*\*\*\*\*

コラム10. 1-50-3200の法則

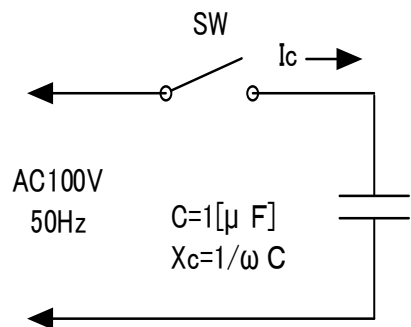
コンデンサのリアクタンス  $X_c$  は①式を計算すれば済むことだが、計算しなくともだいたいのがわかっていれば間違いかどうか事前のわかることが重要。プロは暗算です。

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = 3.183 \cdot 10^3 = 3183 \approx 3200 [\Omega] \dots \textcircled{1}$$

$1 \mu F$  で  $50Hz$  のとき  $X_c=3183 \approx 3200 [\Omega]$  だから

$10 \mu F$  で  $50Hz$  のとき  $X_c=3200/10=320 [\Omega]$

$1 \mu F$  で  $60Hz$  のとき  $X_c=3200/1.2=3200 \cdot 0.8=2560 \approx 2600 [\Omega]$



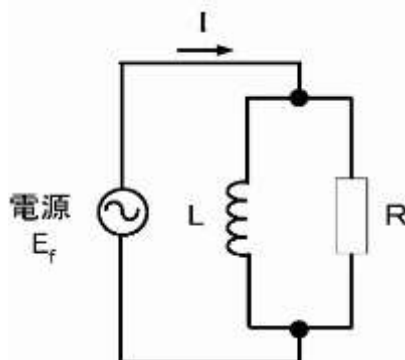
		周波数 $f$ [Hz] 時のリアクタンス $X_c$ [ $\Omega$ ]					
		10[Hz]	50[Hz]	60[Hz]	100[Hz]	500[Hz]	1k[Hz]
静電容量「F」	100nF	159,155	31,831	26,526	15,915	3,183	1,592
	500nF	31,831	6,366	5,305	3,183	637	318
	1 $\mu F$	15,915	3,183	2,653	1,592	318	159
	5 $\mu F$	3,183	637	531	318	64	32
	10 $\mu F$	1,592	318	265	159	32	16

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を求めてから、絶対値を求める。

③電圧をインピーダンスで割って電流を求める。

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

④Zの別解  $R \pm jX$ の並列接続時の  $Z = R/2 \pm jX/2$  (スキルアップ資料P5参照)から

暗算で  $Z = 10 + j10$

解答

$$X_L = \omega L = 2\pi * 50 * 64 * 10^{-3} = 0.1\pi * 64 = 0.314 * 64 = 19.84 \div 20 [\Omega]$$

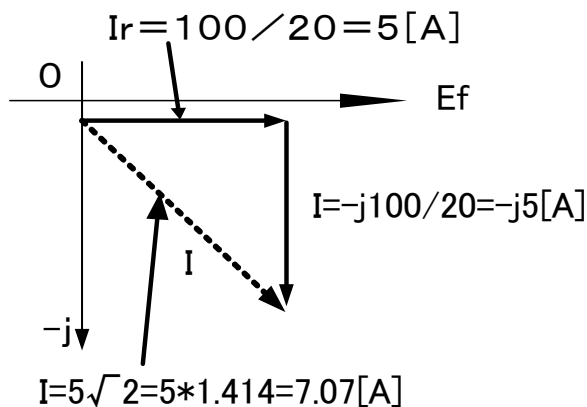
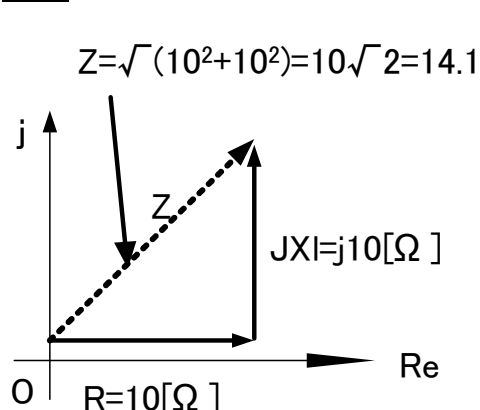
$$Z = \frac{j\omega LR}{R + j\omega L} = \frac{20 * j20}{20 + j20} = \frac{j20}{1 + j} = \frac{j20(1 - j)}{(1 + j)(1 - j)} = \frac{20 + j20}{2} = 10 + j10$$

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

Iを求めるとき  $10\sqrt{2} = 14.14$  で割らずに  $10\sqrt{2}$  で割ると暗算可  
P109の  $1/\sqrt{2} = 0.707$  を覚えていると解が断然早い

3.1
* 6.4
-----
124
186
-----
19.84

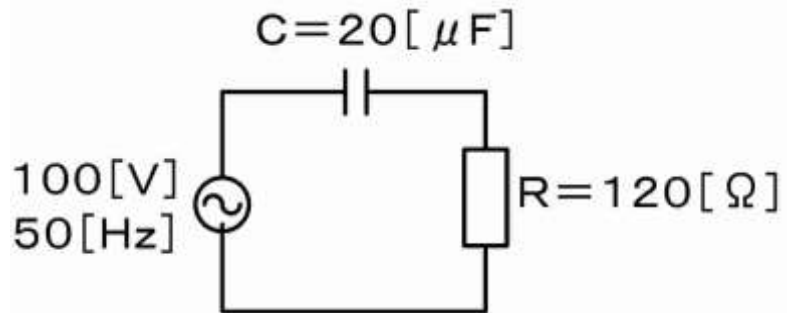
別解 / ベクトル図から電流を求める。



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

導入： Cのリアクタンス $X_c$ を求める。  
ピタゴラスの定理で合成インピーダンスを求める。

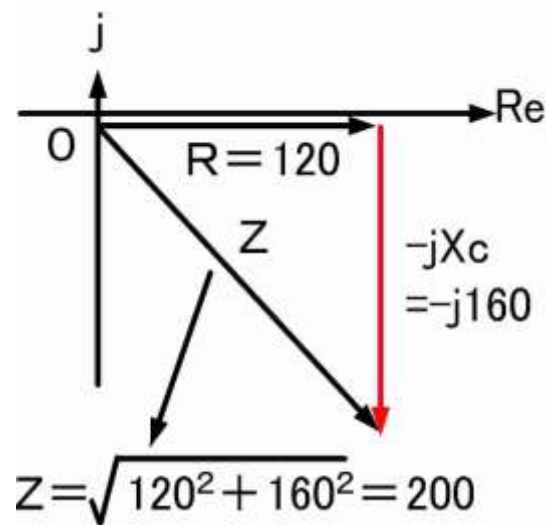
電流を求め抵抗との積から電力を得る。

展開：  $1/2\pi = 0.1591 \approx 0.160$   
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。

0.25を掛けるときは4で割る。桁計算は別途。  
P108の7項3平方の定理表を覚えていると解が断然速い。 $12^2 + 16^2 = 20^2$ 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 解答



$$\dot{X}_c = -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{2\pi * 50 * 20 * 10^{-6}} = -j(1.591 * 10^2) = -j160[\Omega]$$

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

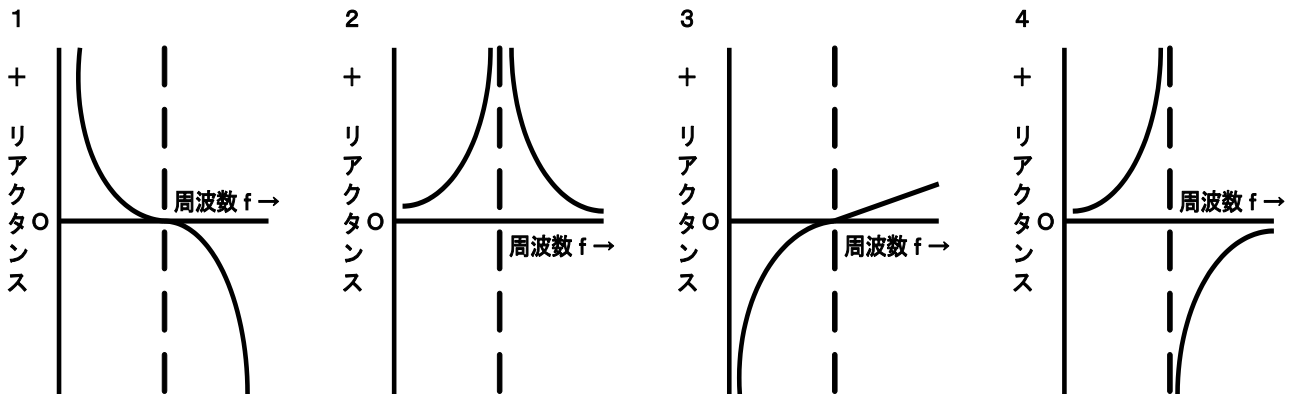
$$\therefore I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{200} = 0.5[A] \quad \therefore P = I^2 R = 0.5^2 * 120 = \frac{120}{4} = 30[W] \quad \therefore 3$$

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

① $X_c$ の別解： P49のコラム10. 1-50-3200の法則から  $X_c = 3200/20 = 160[\Omega]$

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

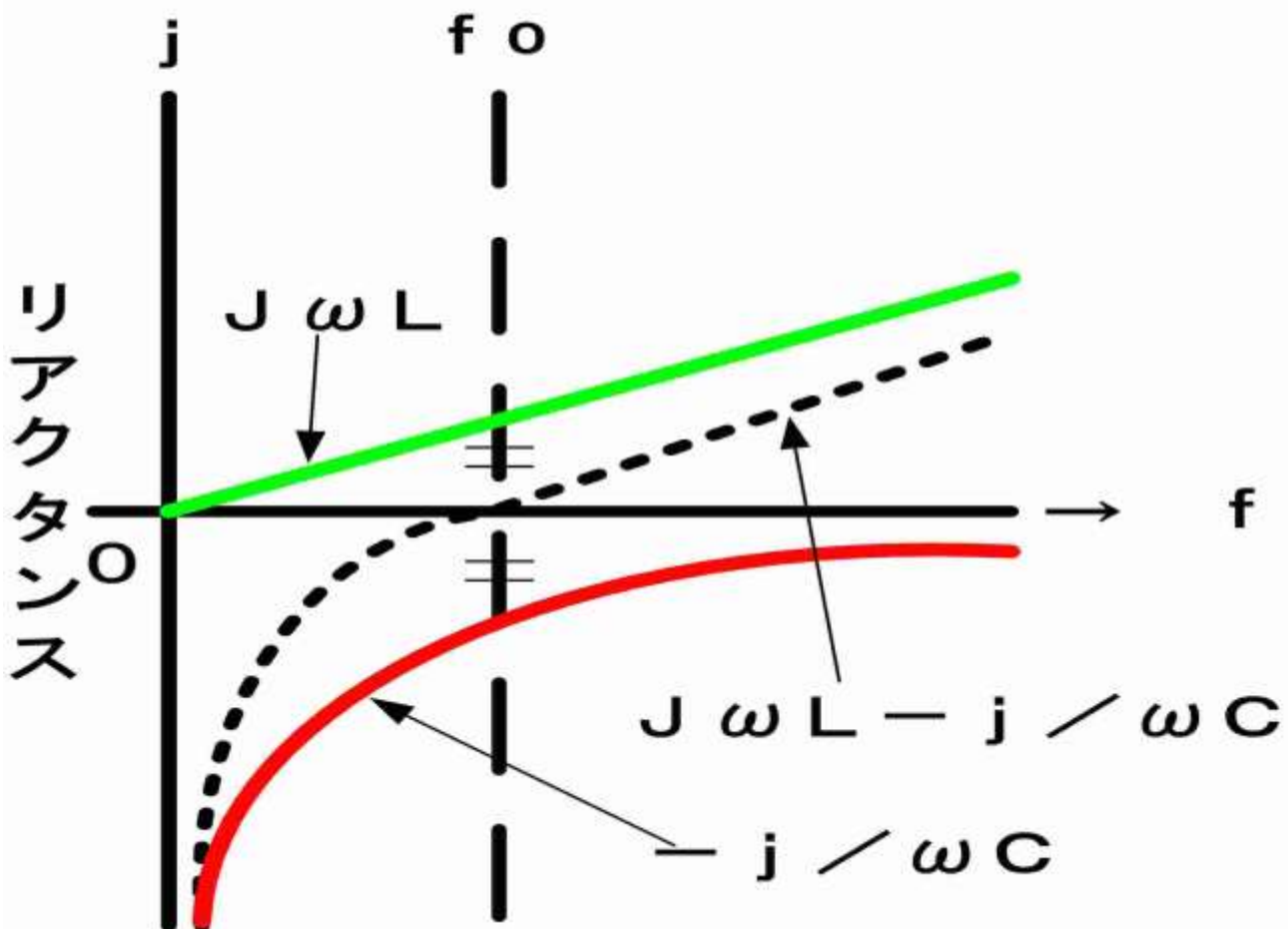
共振周波数より高い周波数では  $1/j\omega C < j\omega L$

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)

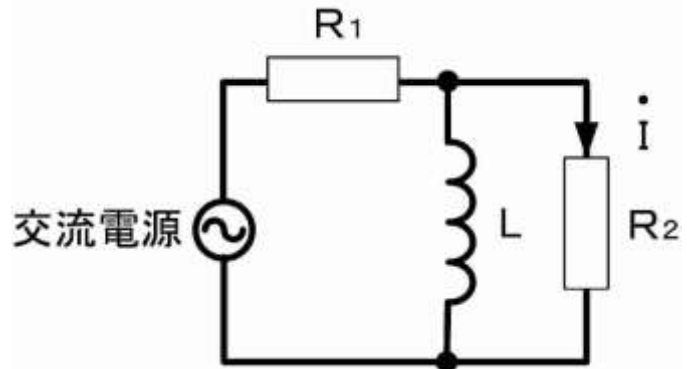
答え 4 は並列共振回路のリアクタンス



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る

展開：  $R_2$ の分流電流を求める。

注1： 複素数有理化の計算はP42 Q25の③, ④を適用。

注2：  $L//R_2$ のZの別解  $R=\pm jX$ の並列接続時の $Z=R/2 \pm jX/2$ (スキルアップ資料P5参照)から暗算で $Z=10+j10$ を直接代入すると若干計算が簡単になる。

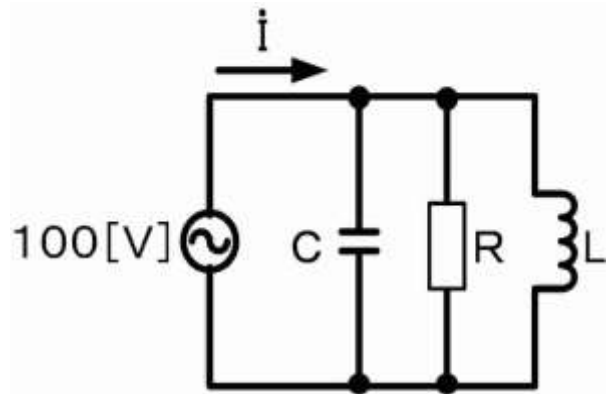
解答

$$\begin{aligned}
 \dot{I} &= \frac{200}{20 + \frac{20 * j20}{20 + j20}} * \frac{j20}{20 + j20} = \frac{200 * j20}{20(20 + j20) + (20 * j20)} \\
 &= \frac{j4000}{400 + j400 + j400} = \frac{j4000}{400 + j800} \\
 &= \frac{j10}{1 + j2} = \frac{j10(1 - j2)}{(1 + j2)(1 - j2)} = \frac{20 + j10}{1 + 4} = 4 + j2[A] \quad \therefore 5
 \end{aligned}$$

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同じなので電圧を基準にベクトル図を書く。

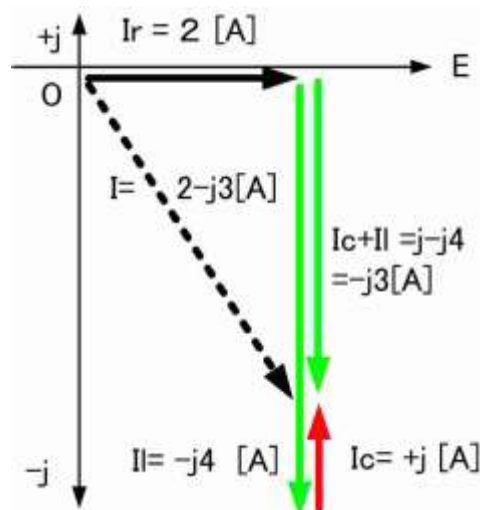
注1. 並列回路は電圧Eを基準にとるので、インダクタンスに流れる電流は  $\pi/2$  遅れ、キャパシタンス流れる電流は  $\pi/2$  進む。

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

$$= j + 2 - j4 = 2 - j3(A) \quad \therefore 1$$

$$\text{別解 } Y = \frac{1}{50} + j\left(\frac{1}{100} - \frac{1}{25}\right) = \frac{1}{50} + j\frac{-3}{100} = \frac{2 - j3}{100}$$

$$\therefore I = YV = \frac{2 - j3}{100} * 100 = 2 - j3[A]$$

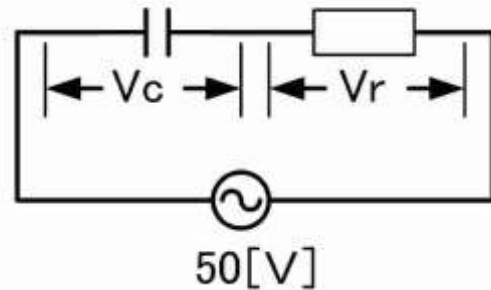


問題 38 2アマ/H14/12月/A-4

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。  
P108 7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。

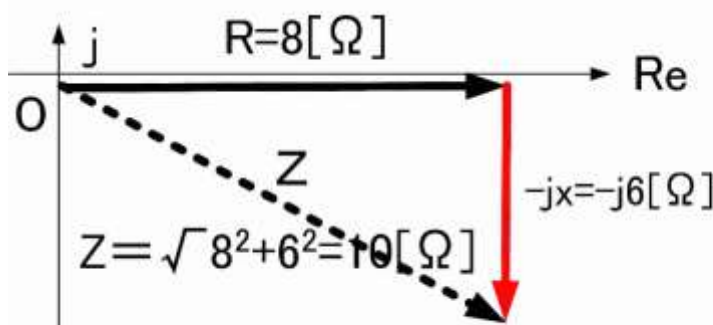
$$\dot{Z} = 8 - j6(\Omega) \therefore Z = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10(\Omega)$$

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

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

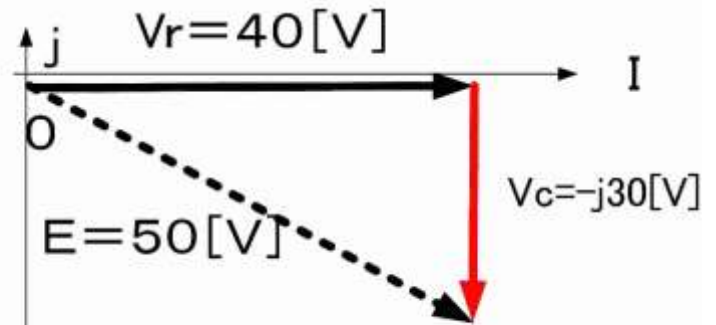
$$\therefore V_r = RI = 8 * 5 = 40(V)$$

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



電流倍(\*5倍)したのが右図

インピーダンスベクトル図

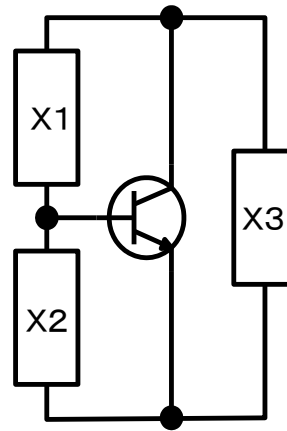


電圧ベクトル図

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。

	X1	X2	X3
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がその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 (シー エル エルと覚える)の時はハートレー発振回路、  
L, C, C (エル シー シーと覚える)の時は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

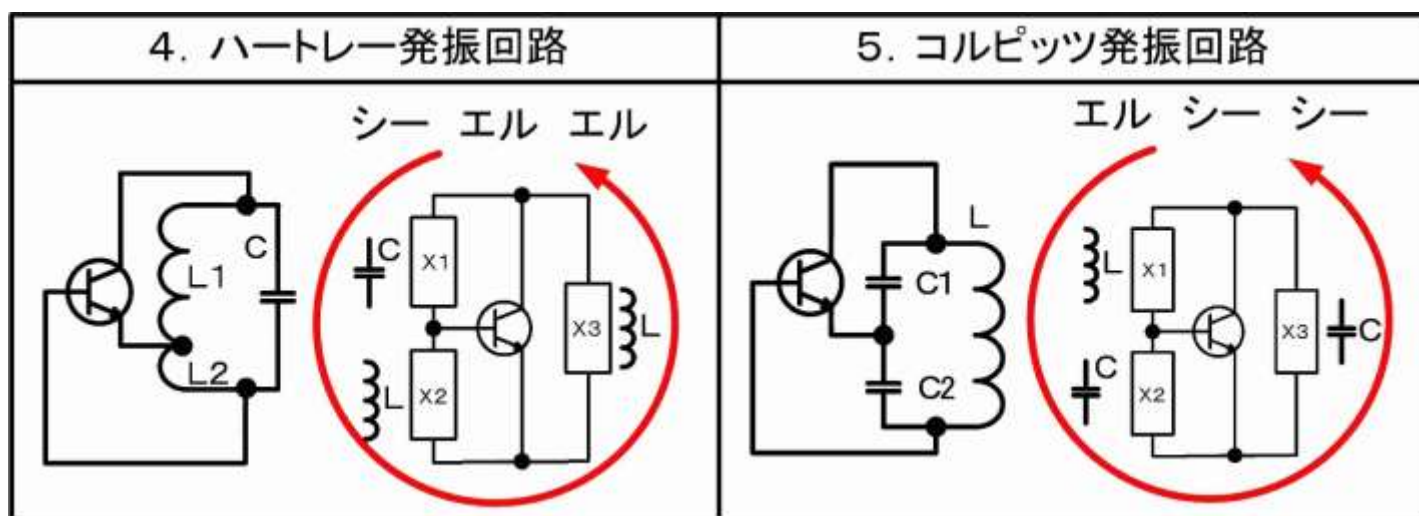
ハートレー発振回路 1

参考／出力が入力へ同相となる周波数で発信する。この条件が成立するのは次ページの4と5のみ。他の組み合わせでは絶対に発信しない。



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

X 1, X 2, X 3 の組み合わせ表



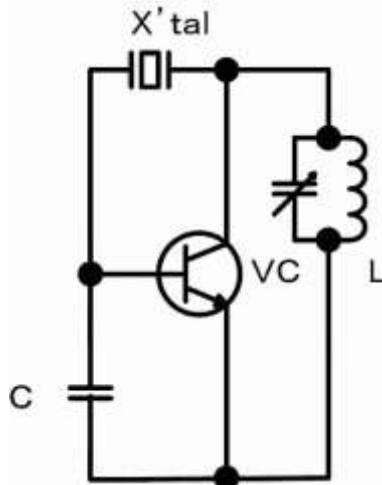
問題 40 2アマ/P74 Q37/H13 以前の出題

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

$X'_{tal}$  は誘導性 L なので、問題 39 からタンク回路は C の時発振。

問題 39 から L, C, C (エル シー シーと覚える) の時がコルピッツ発振回路。

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。タンク回路を C にしたいので VC は最大容量から徐々に小さくする。 ∴ 3

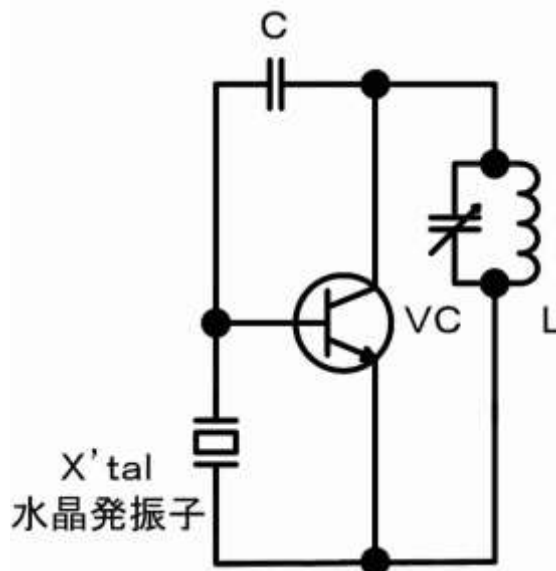
問題 4 1 2アマ/P75/Q39/H13以前の出題

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 ' t a l は誘導性 L なので、問題 3 9 からタンク回路は L の時発振。

問題 3 9 から C, L, L (シー エル エルと覚える) の時がハートレー発振回路、

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。タンク回路を L にしたいので VC は最小容量から徐々に大きくする。 ∴ 2

ピアースBE回路とピアースCB回路の比較

	ピアースBE水晶発振回路	ピアースCB水晶発振回路
回路図	<p><math>X'_{tal}</math> = 水晶発振子</p>	<p><math>X'_{tal}</math> = 水晶発振子</p>
同調回路の周波数特性		
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。                      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。                      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>

新上級ハムになる本P 153 - 156 参照。

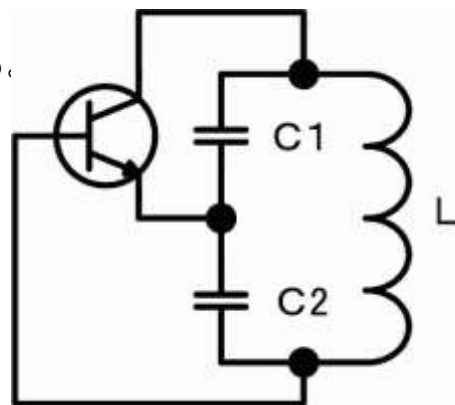
問題 42 2アマ/H15/8月/A-7

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 [ $\mu F$ ]、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42 解答 4

P109の  $1/2\pi = 0.1591$  を覚えていれば暗算で解が出せる。

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

$$\begin{aligned} \therefore f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1*10^{-3} * 0.001*10^{-6}}} \\ &= \frac{10^6}{2\pi} = 0.1591 * 10^6 = 159.1 * 10^3 = 159.1(kHz) \quad \therefore 4 \end{aligned}$$

Lの単位をL[ $\mu H$ ] , Cの単位をC[PF] でfを計算すると

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L*10^{-6} * C*10^{-12}}} \\ &= 1.591 * 10^8 \frac{1}{\sqrt{LC}} \doteq \frac{160}{\sqrt{LC}} [MHz] \quad \dots\dots \textcircled{1} \end{aligned}$$

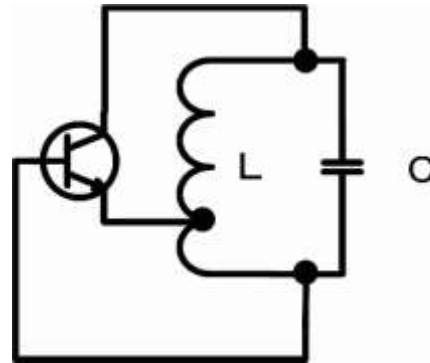
この式にL=1000[ $\mu H$ ], C=1000[PF] で本問題に適用すると

$$f = \frac{160}{\sqrt{LC}} = \frac{160}{\sqrt{1000*1000}} = \frac{160}{1000} = 0.16[MHz] = 160[KHz]$$

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  $f \propto 1/\sqrt{C}$   $\therefore f$  は  $C$  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。

$f_0 = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$  式に代入しようとする絶対には解けない。

②は①の比例部分だけに注目。この解き方が一般的。

③は小6で習う比の値からの一般的な解法。この解き方は小学校で習っている。この解き方が一般的。  $A:B=C:D \rightarrow A/B=C/D$  (又は  $AD=BC$  内項の積は外項の積に等しい) で解く

$$\textcircled{1} f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L} * \sqrt{\frac{(1-0.36)}{1} * C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} * \frac{1}{\sqrt{\frac{1-0.36}{1}}} = f_0 * \frac{1}{\sqrt{\frac{1-0.36}{1}}} = \frac{f_0}{\sqrt{0.64}} = \frac{1}{0.8} = 1.25f_0$$

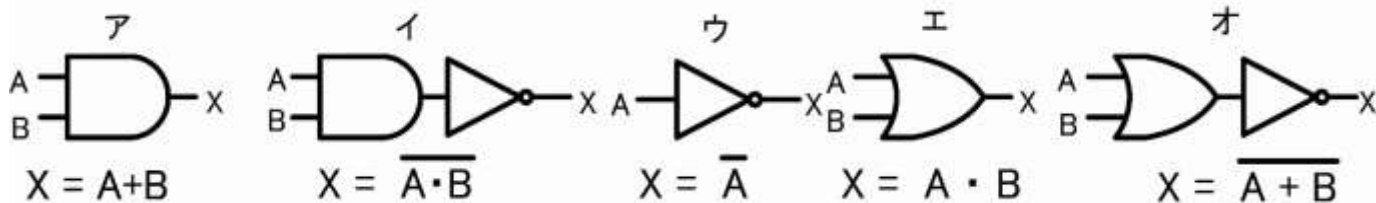
$$\textcircled{2} f \propto \frac{1}{\sqrt{C}} \therefore f = K \frac{1}{\sqrt{C'}} = \frac{K}{\sqrt{\frac{1-0.36}{1} C}} = \frac{K}{\sqrt{0.64C}} = \frac{K}{0.8\sqrt{C}} = \frac{1.25K}{\sqrt{C}} \therefore 1.25 - 1 = 0.25 \text{ 25\% UP } \therefore 2$$

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

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

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

M I L 記号の組み合わせ

正解 1 は イ、ウ、オ

誤解 2 は ア  $A \cdot B$  が正解

エ  $A + B$  が正解

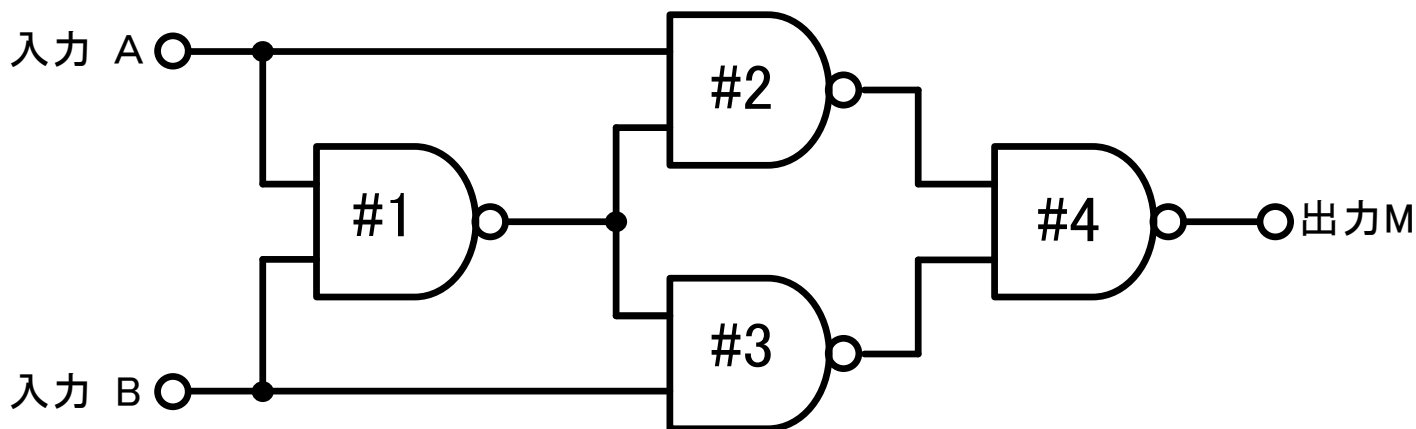
\*\*\*\*\*

次ページ問題 4 5 の

NAND ゲートのみで構成した EOR 回路。次ページ問題 4 5 と同じ動作。

下記ゲートの真理値表をブール代数で解析

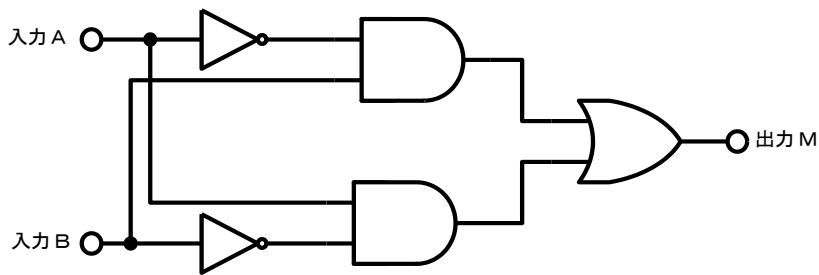
入力 A	入力 B	#1 $\overline{A \cdot B}$	#2 $\overline{A \cdot A \cdot B}$	#3 $\overline{A \cdot B \cdot B}$	#4/出力 $\overline{\overline{A \cdot A \cdot B} \cdot \overline{A \cdot B \cdot B}}$ $= \overline{A \cdot B} + A \cdot \overline{B}$
0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0



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

2

3

4

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

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

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

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

問題 45 解答 1

AND回路のインバータのある入力端子に0が入力し、もう一方の入力端子に1が来たとき成立し出力は1。

入力共に同信号が入ると2段目のAND不成立。出力は0。

入力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 Exclusive, イクスルジブ 枡 (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

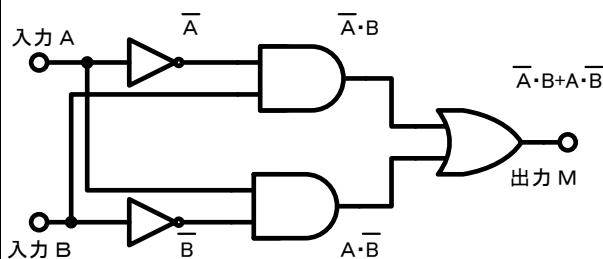
A = 「私の身長は160cmである」と

B = 「私の身長は170cmである」と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。

他論理回路 EOR回路。∴ 1

別解 下記ゲートの真理値表をブール代数で解析

入力 A	入力 B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A} \cdot B$	$A \cdot \bar{B}$	出力 M $\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0

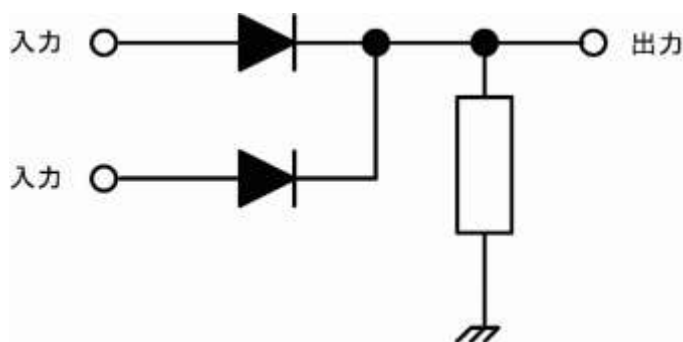




問題 46 2アマ/H11/4月/一

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 P176 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 P66 問題 47 参照。

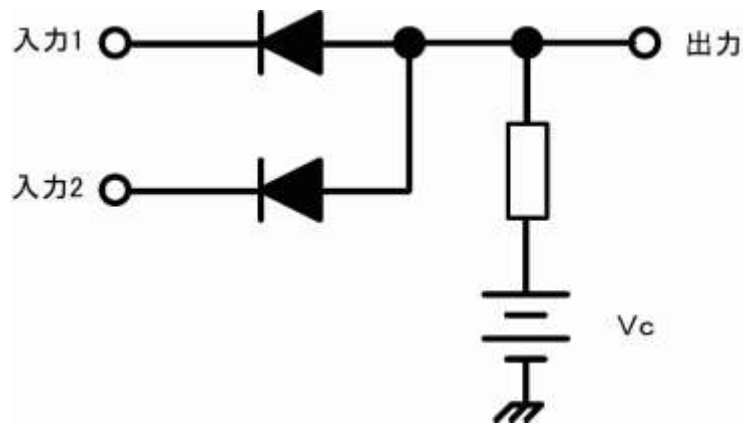
ダイオードの方向による O R, A N D の覚え方。

### 覚え方

入力端子から見て矢を送り出すのが O R 回路、  
矢が当たる方向が「わしには当たらんぞー」と覚える。  
出力に抵抗がないとオール0入力時出力が不安定。

問題 47 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 47 解答 4

詳細は新上級ハムになる本 P176 図4\*86参照。

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

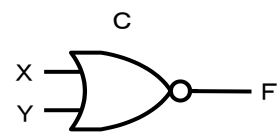
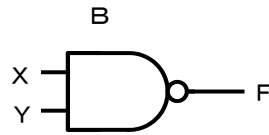
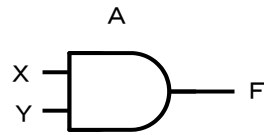
入力1	入力2	出力
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

類題／OR回路はP65 問題 46参照。  
出力時にはプルアップ抵抗が必要。  
電源があればAND回路と考えてよい。  
電源がないと出力1の時不安定。

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, 4, 5 ×

別解

ANDに0が入ると出力0。+否定があるので出力1。  
回路Aの反転出力。

③C群

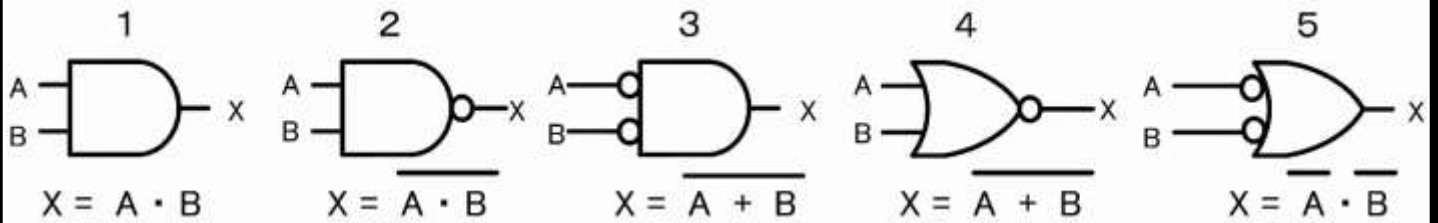
NORに1が入ると出力0。∴1, 5 ○ 2, 3, 4 ×

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。

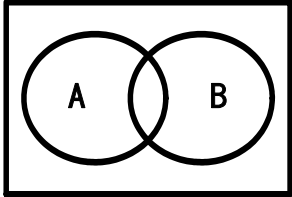
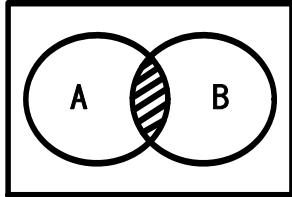
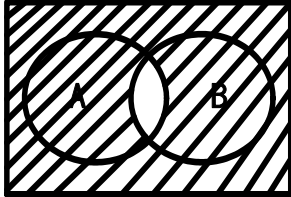
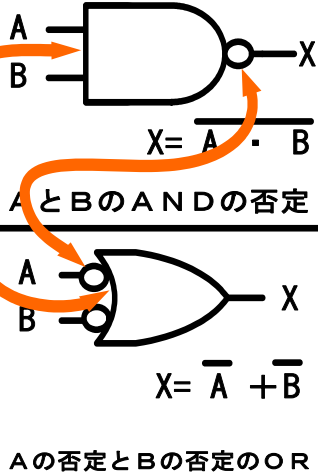
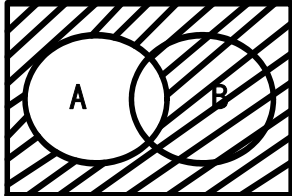
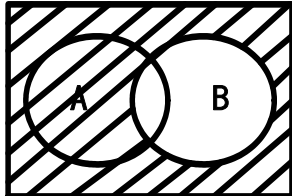
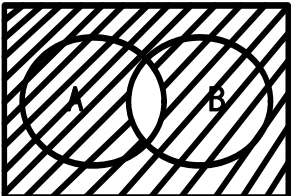
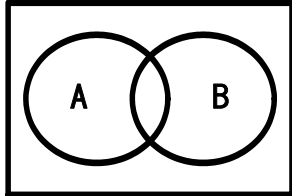
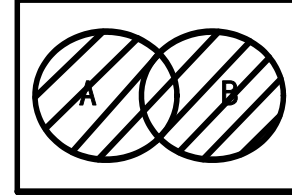
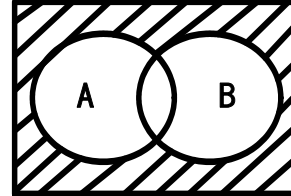
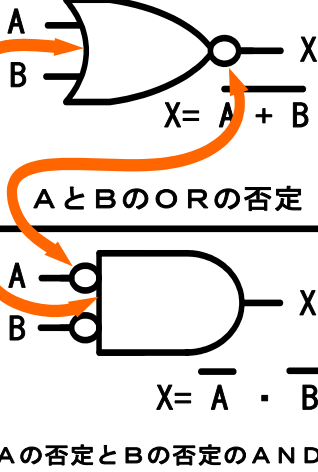
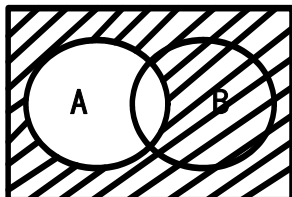
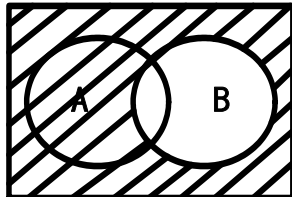
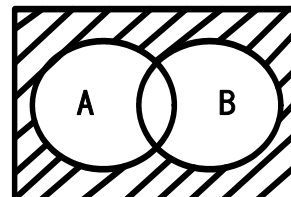
3はド・モルガンの定理から  $\underline{A} \cdot \underline{B} = \underline{A + B}$  で4の回路と等価で正解。

4はNOR回路で正解 (既に3で正解証明済み)。

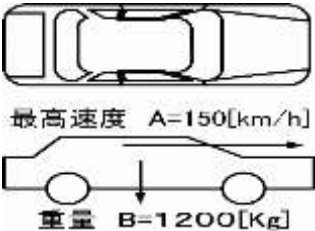
5はド・モルガンの定理から  $\underline{A + B} = \underline{A \cdot B}$  であり2の回路と等価。∴  $\underline{A \cdot B}$  ではないので誤 ∴ 5

### 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 $A \cap B = \overline{A \cup B}$			論理回路表現 $A \cdot B = \overline{A + B}$
ベン図: オイラーの図 	$A \cap B$ 	$\overline{A \cap B}$ 	 <p><math>X = \overline{A \cdot B}</math> AとBのANDの否定</p> <p><math>X = \overline{A} + \overline{B}</math> Aの否定とBの否定のOR</p>
$\overline{A}$ 	$\overline{B}$ 	$\overline{A \cup B}$ 	
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 $A \cup B = \overline{A \cap B}$			論理回路表現 $A + B = \overline{A \cdot B}$
	$A \cup B$ 	$\overline{A \cup B}$ 	 <p><math>X = \overline{A + B}</math> AとBのORの否定</p> <p><math>X = \overline{A} \cdot \overline{B}</math> Aの否定とBの否定のAND</p>
$\overline{A}$ 	$\overline{B}$ 	$\overline{A \cap B}$ 	

ド・モルガンの定理による表現

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

## コラム 1 2. ブール代数の主な公式

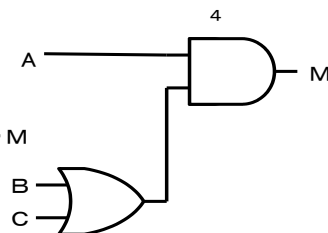
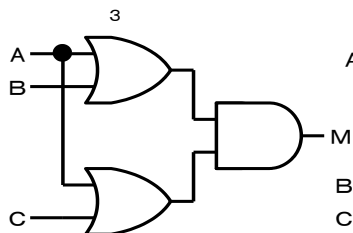
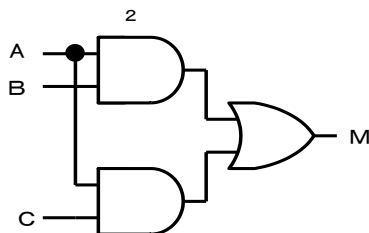
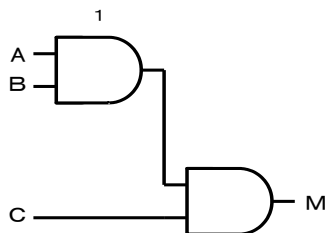
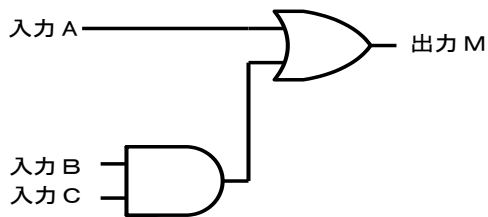
法則名	ブール代数式	法則名	ブール代数式
否定 (NOT)	$Y = \bar{A}$	単位元「1」と零元「0」	$1 \cdot A = A$ $0 + A = A$
2重否定 (NOT(NOT))	$\bar{\bar{A}} = A$	補元	$A + \bar{A} = 1$ $A \cdot \bar{A} = 0$
論理和 (OR)	$Y = A + B$	吸収則	$A + (A \cdot B) = A$
論理積 (AND)	$Y = A \cdot B$		$A \cdot (A + B) = A$
交換則	$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$	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 3 : 各種波形の実効値、平均値、波形率、波高値 (上から3つ必修)

	波形	実効値	平均値	波形率	波高率
正弦波		$\frac{A}{\sqrt{2}} = 0.707A$	$\frac{2A}{\pi}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
全波整流波					
半波整流波		$\frac{A}{2} = 0.5A$	$\frac{A}{\pi}$	$\frac{\pi}{2} = 1.571$	0.2
二等辺三角波		$\frac{A}{\sqrt{3}} = 0.577A$	$\frac{A}{2}$	波形率 = $\frac{\text{実効値}}{\text{平均値}}$	波高率 = $\frac{\text{最大値}A}{\text{実効値}}$
のこぎり波					
三角波					
方形波		A	A	1	1
台形波		$A\sqrt{1 - \frac{4\alpha}{3\pi}}$	$A(1 - \frac{\alpha}{\pi})$	$\frac{\sqrt{1 - \frac{4\alpha}{3\pi}}}{1 - \frac{\alpha}{\pi}}$	$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{4\alpha}{3\pi}}}$
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

OR回路入力的一方にANDの出力が接続。

① A=0 入力で B, C 入力の AND 回路。

② A=1 入力です必ず M=1 に注目。

③ 入力の組み合わせは  $2^3 = 8$  通り有り。

問題 50 の題意の真理値表

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

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。

別解 ブール代数で解析

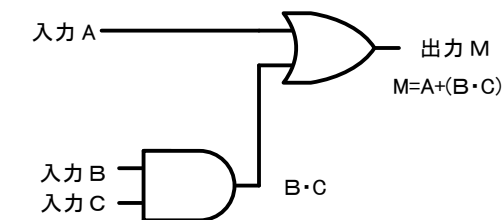
問題の回路の出力  $M0 = A + (B \cdot C)$

回路 1 の出力  $M1 = (A+B) \cdot C$

回路 2 の出力  $M2 = A \cdot B + A \cdot C$

回路 3 の出力  $M3 = (A+B) \cdot (A+C) = A + (B \cdot C)$

回路 4 の出力  $M4 = A \cdot (B+C)$



∴ ブール代数の分配則適用 ∴ 3

問題 47 2アマ/H17/4月/A-7

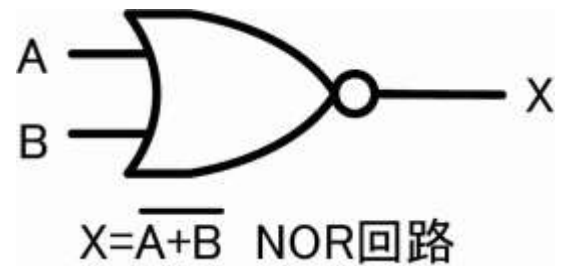
表（真理値表）に示す入出力の値となる論理回路の名称として、正しいものを下の番号から選べ。  
ただし、論理回路は正論理とする。

- 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X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

問題 47 解答 5

O R の逆の動作。∴ N O R 回路。



別解

出力を否定すると O R 回路。O R の否定だから N O R 回路。

参考

O R 回路の真理値表

入力A	入力B	出力X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



O R 回路の真理値表から

入力の 1 方が 1 だと出力は 1

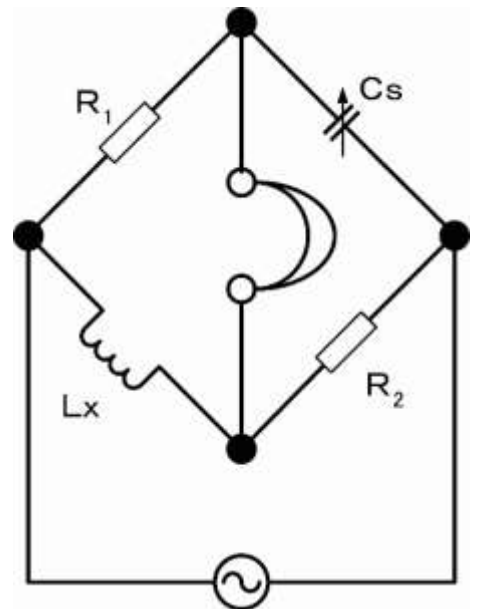
入力の 1 方が 0 だと出力はもう 1 方の入力そのまま出力。

言い換えれば素通り。



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。  
 図はヘイブリッジで直列抵抗が0の時を示す。

導入：ブリッジの平衡条件は対辺の積が等しい。

$$R_1 R_2 = \frac{1}{j\omega C_s} * j\omega L_x \quad R_1 R_2 = \frac{L_x}{C_s} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

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

類題 2

$C_s$  を求めよ。ただし  $C_s$  を除いて全て既知とする。

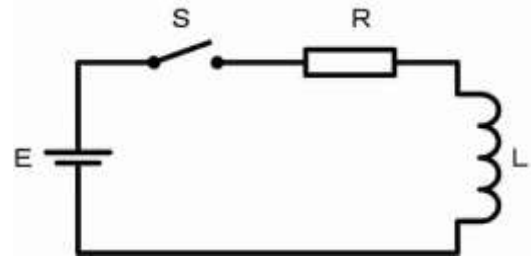
①式から

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

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 τについては次ページ参照。

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

	微分回路/ハイパスフィルタ	積分回路/ローパスフィルタ	電流波形
CRの 組合せ 時定数 $\tau = CR$			
RLの 組合せ 時定数 $\tau = LR$			
出力 電圧 波形			

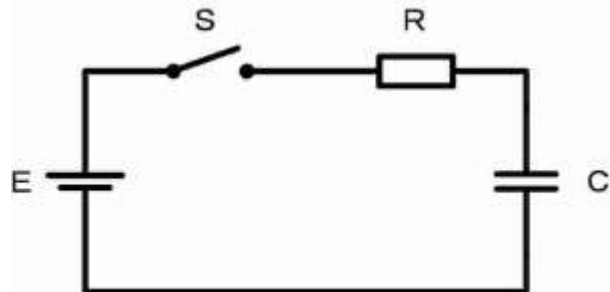
CR → ← RL の等価回路変更は、抵抗の位置を90度ローテーションさせ、リアクタンスを90度抵抗の位置へローテーションさせて且つ C → L L → C に変更した回路と等価。コンデンサの回路に変更して考えた方がわかりやすい。

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。Q53はCを用いた微分回路と出力電圧等価。

問題 5 4 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(1-e<sup>-1</sup>) 過度現象から来ている。

Q57の3式から t = CR を代入すれば

∴ E<sub>c</sub> = 0.632 \* 100 = 63.2 (V) ∴ 2

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

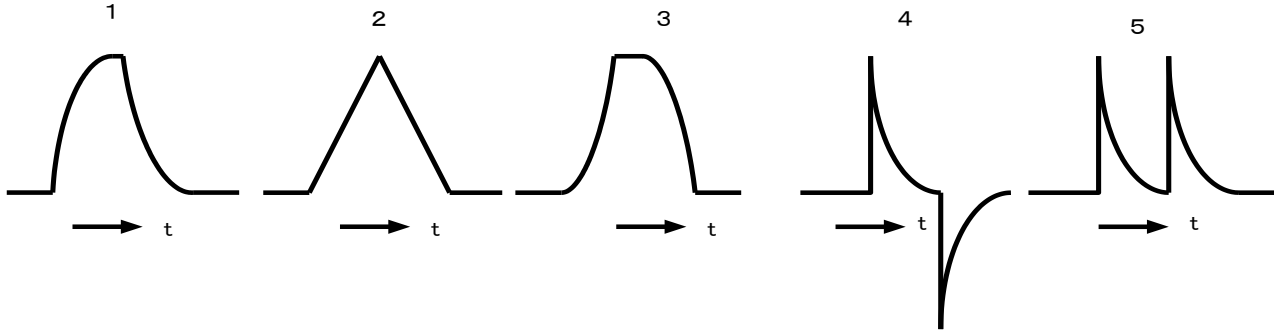
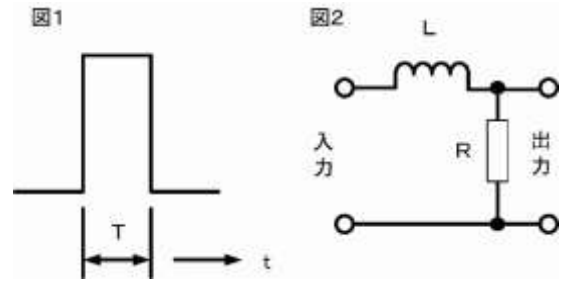
時定数の次元解析により単位はT [Sec]

	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

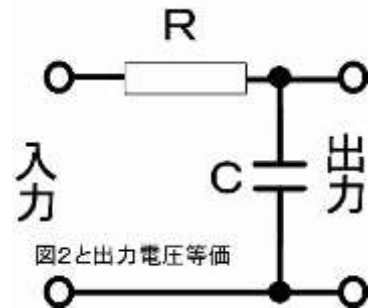
図に示す幅  $T$  の方形波電圧を図2に示す回路の入力端子に加えた時、出力端子に現れる電圧波形として、最も近いものを下の番号から選べ。

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

入力ループに  $L$  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  $L \rightarrow R, R \rightarrow C$  の回路 (右図) と等価。積分回路。

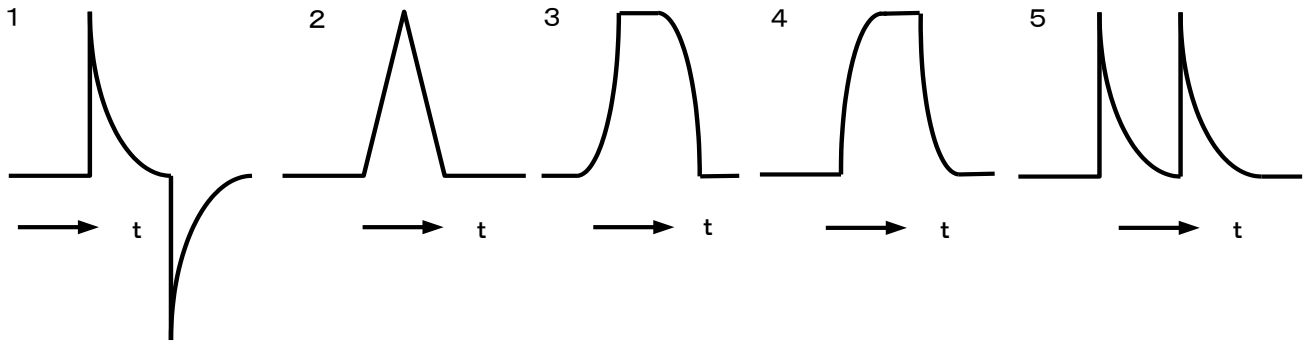
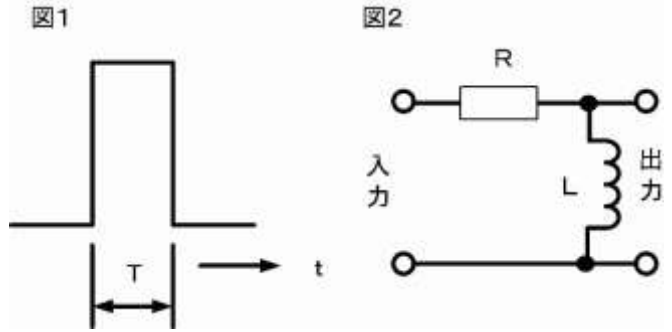


	微分回路/ハイパスフィルタ	積分回路/ローパスフィルタ	電流波形
CRの 組合せ 時定数 $\tau = CR$			
RLの 組合せ 時定数 $\tau = CR$			
出力 電圧 波形			

問題 56 1アマ/H17/8月/A-9

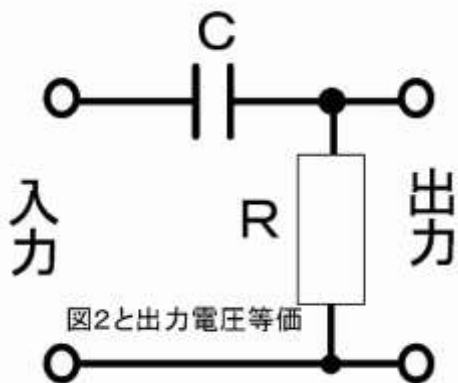
図1に示す幅  $t$  の方形波電圧を図2に示す微分回路の入力に加えた時、出力に現れる電圧として最も近いものを下の番号から選べ。

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

入力ループに  $L$  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  $0 \rightarrow$  電源電圧  $\rightarrow$  急激に立ち下がる  $\rightarrow$  定常状態  $0 \rightarrow$   $-$  電源電圧  $\rightarrow$  急激に立ち上がり  $\rightarrow$  定常状態  $0$ 。  
 $R \rightarrow C$ ,  $L \rightarrow R$  の回路 (下図) と等価。微分回路。前ページ参照。



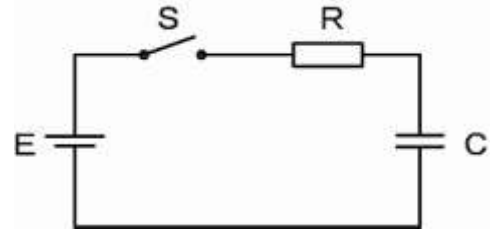
$C$  を用いた回路は主に波形整形、積分、微分回路に用いられる。弱電回路用。  
 定常状態で  $I = 0$

$L$  を用いた回路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。  
 定常状態で  $I = E/R$  で電流が流れ続ける。

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  $v = E(1 - e^{-CRt})$



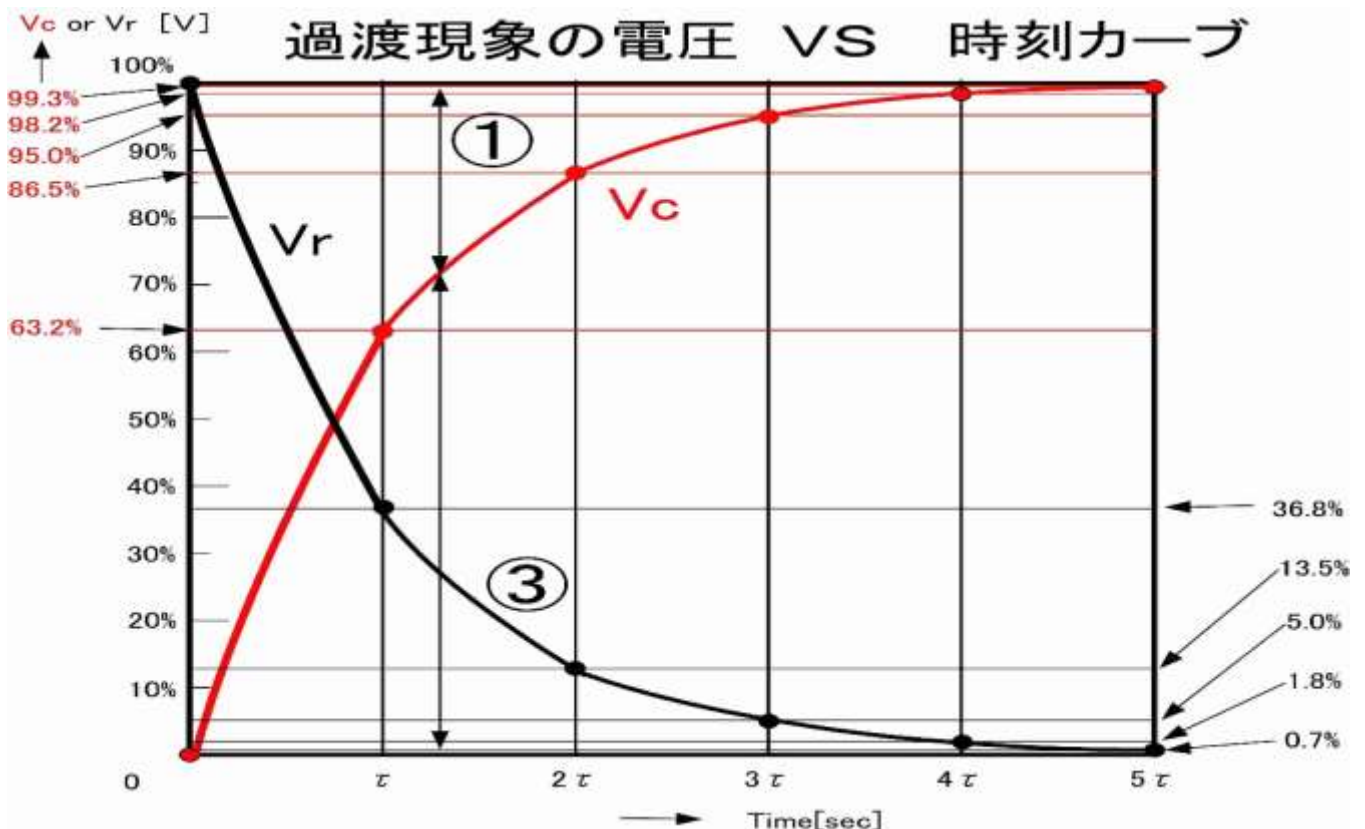
問題57 解答 3

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。  
 下図の  $V_c$  カーブ

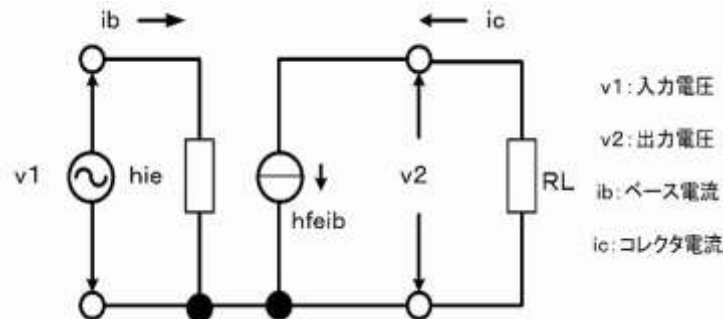
	V の値		次元 解析 V が正解	Ans.
	t = 0 0 が正解	t = ∞ E が正解		
1 式	E	0	[V]	×
2 式	-E	0	[V]	×
3 式	0	E	[V]	○
4 式	0	-∞	不定形	×
5 式	0	E	不定形	×



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[kΩ]、電流利得 $h_{fe}$ を60(真値)及び負荷抵抗 $R_L$ を6[kΩ]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。

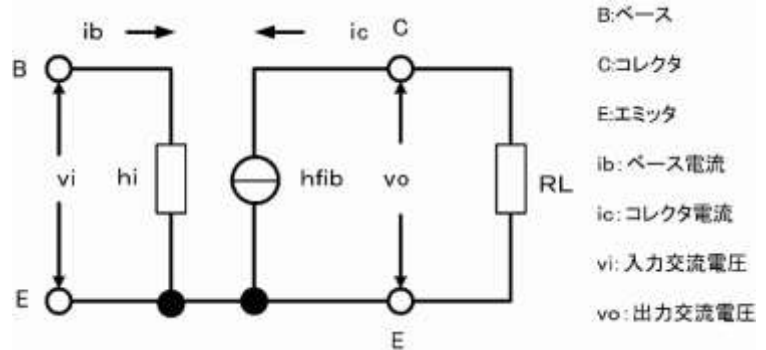
$$\text{電圧利得 } A_v = \frac{-\text{出力電圧}}{\text{入力電圧}} = \frac{-v_2}{v_1} = \frac{-h_{fe} * i_b * R_L}{h_{ie} * i_b} = \frac{-h_{fe} * R_L}{h_{ie}}$$

$$\begin{aligned} \text{電力利得 } P_p &= \frac{P_c}{P_b} = \frac{(h_{fe} * i_b)^2 R_L}{i_b^2 h_{ie}} = \frac{h_{fe}^2 R_L}{h_{ie}} = h_{fe} * A_v \\ &= \frac{60^2 * 6 * 10^3}{2 * 10^3} = 3600 * 3 = 10800 \quad \therefore 3 \end{aligned}$$

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  $A = -h_f$     2  $A = -h_f R_L$   
 3  $A = -\frac{h_f}{h_i}$     4  $A = -\frac{h_f^2 R_L}{h_i}$   
 5  $A = -\frac{h_f R_L}{h_i}$



問題 59 解答 5

詳細は新上級ハムになる本 P138 4-13式参照。

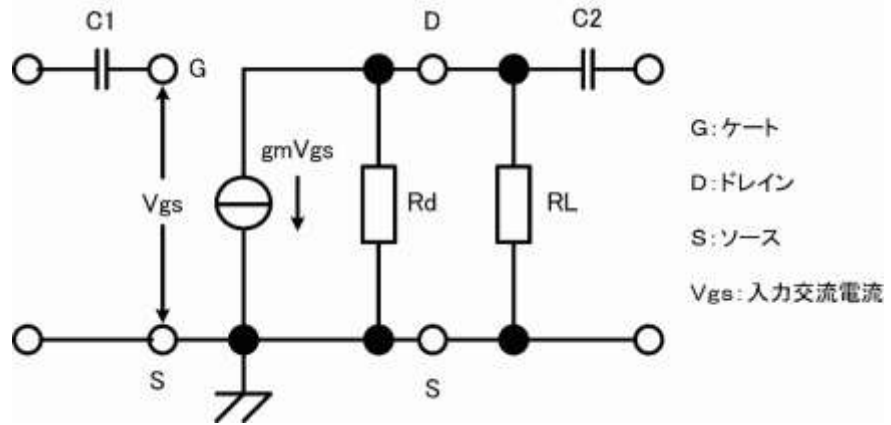
$$\text{電圧利得 } A_v = \frac{-\text{出力電圧}}{\text{入力電圧}} = \frac{-v_2}{v_1} = \frac{-h_f * i_b * R_L}{h_i * i_b} = \frac{-h_f * R_L}{h_i} \therefore 3$$



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  $8 \text{ [ms]}$ 、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:  $g_m$  の単位は [ジー・メンス, mho]  $g_m = \text{電流} / \text{電圧} \text{ [S, mho]}$   
 $= 1 / \text{抵抗} \text{ [S, mho]}$

$g_m$  に電圧  $V_{gs}$  をかけるとドレイン電流となる。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  $A = -g_m * \text{交流負荷抵抗}$

暗算解法

$R_d = 20 \text{ [k}\Omega\text{]} // R_L = 5 \text{ [k}\Omega\text{]}$  の計算方法。P83の速算表から  $N = 20/5 = 4 \rightarrow 0.8$  を誘導。

$\therefore R_o = 5 * 0.8 = 4 \text{ [k}\Omega\text{]}$ 。商の桁は  $m(10^{-3})$  と  $K(10^3)$  なので1桁。  $\therefore 4 * 8 = 32 \text{ [倍]}$

解答

$$\text{電圧増幅度 } A = \frac{-\text{出力電圧 } V_{ds}}{\text{入力電圧 } V_{gs}} = \frac{-g_m * V_{gs} * \left(\frac{R_d * R_L}{R_d + R_L}\right)}{V_{gs}}$$

$$= -g_m * \text{交流負荷抵抗 } R_{ac} = -8 * 10^{-3} * \left(\frac{20 * 5}{20 + 5}\right) * 10^3$$

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

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 ] [Ω]、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	$\lambda/\pi$	絶対利得
2	50	$\lambda/2\pi$	相対利得
3	73	$\lambda/\pi$	相対利得
4	73	$\lambda/2\pi$	相対利得
5	73	$\lambda/\pi$	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 式及び次ページ参照

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電流  $I_a$ 、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。

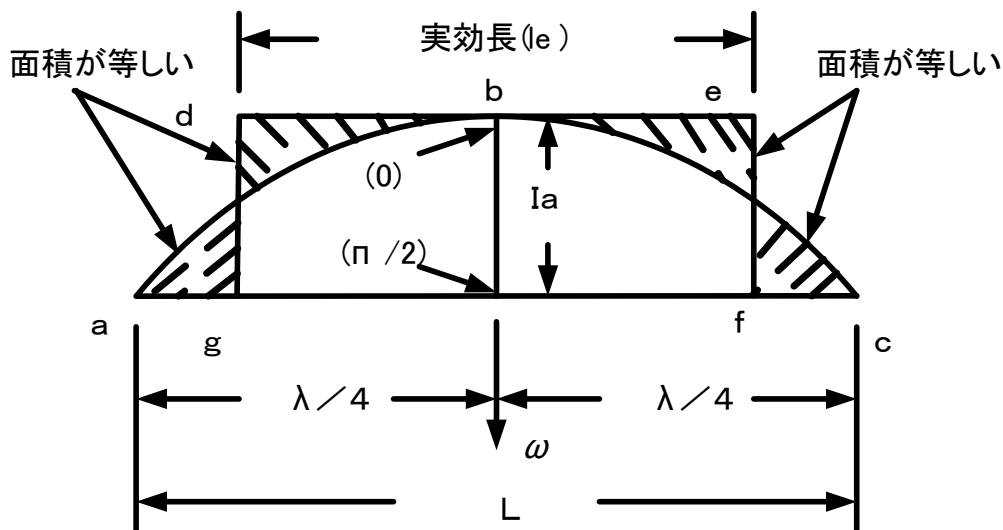
a b c に囲まれた面積と等しく、かつ、中央部の電流  $I_a$  を一辺とする長方形

d e f g を作ると、d e の長さ  $l_e$  が実効長になります。

インピーダンス  $Z_a = 73.1 + j42.5 [\Omega]$

相対利得は 0 dB, 絶対利得は 2.15 dB。∴ 5

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



## コラム 14 : 抵抗並列接続時の合成抵抗計算

R1:R2 R1<R2	N N=R2/R1	$\alpha = N/(1+N)$ $R_0 = \alpha R_1$	抵抗R1とR2を並列接続したときの合成抵抗速算法。 コンデンサの時は直列時に適用。 Nに対する $\alpha$ をゴロで覚える
1:1	1	0.5	半分(同じは計算するまでもなく)
1:1.5	1.5	0.6	イチゴゴロ
1:2	2	0.67	(禄高は)ニ(人)扶持/ニ(ニン)ブチ
1:3	3	0.75	見ない(ミナイ)
1:4	4	0.8	四谷(ヨツヤ)/深夜(シンヤ)
1:5	5	0.83	ご破算(ゴハサン)
1:6	6	0.86	6(メーター)ハム 6以上は0.9とみなす
1:7	7	0.875	名はない/ナンパナゴ(名子)
1:8	8	0.8889	ハハハ
1:9	9	0.9	(かけ算の)九九(クク)
1:10	10	0.91	
1:11	11	0.92	
1:12	12	0.92	
1:13	13	0.93	
1:14	14	0.93	
1:15	15	0.94	
1:16	16	0.94	
1:17	17	0.94	
1:18	18	0.95	
1:19	19	0.95	
1:20	20	0.95	
1:30	30	0.97	
1: $\infty$	$\infty$	1	

6  
以上は  
0.9  
と近似

抵抗R1とR2を並列接続したときの合成抵抗R0を速算

並列時の抵抗係数  $\alpha$

小さい方を基準にしたときの抵抗値倍数 N

### この表の使い方

10[k $\Omega$ ]と40[k $\Omega$ ]の並列計算実施例。

① (大きい抵抗/小さい抵抗) の比Nを暗算で出す。

$$N = 40 / 10 = 4$$

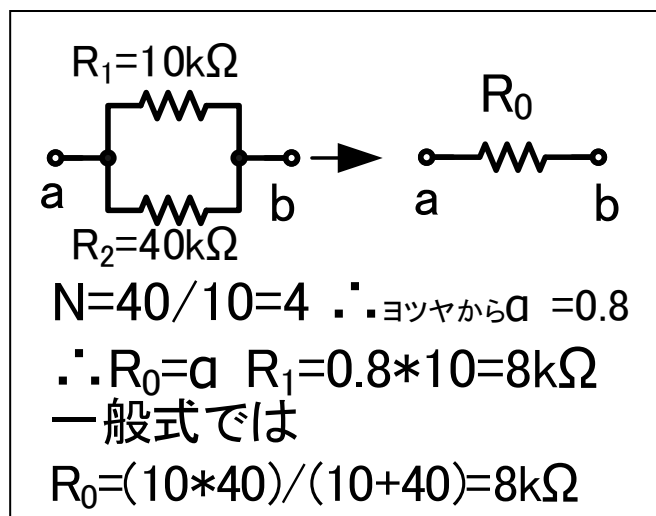
②表からNが4の時の  $\alpha$  はヨツヤから

$\alpha = 0.8$  と出す。

このとき  $\alpha$  はゴロ合わせで出てくると早い。

③  $R_0 = \text{小さい抵抗値} * \alpha = 10 * 0.8 = 8$  [k $\Omega$ ]

$$40 // 10 \text{ [k}\Omega\text{]} = 8 \text{ [k}\Omega\text{]}$$



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、受信機の入力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。

∴アンテナをRX（受信機）に接続すると電圧は  $1/2$  (-6 dB) となる。  
電力利得ではないので注意。2で割るのを見逃すと答5となる。引っかけ問題

①波長  $\lambda$  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

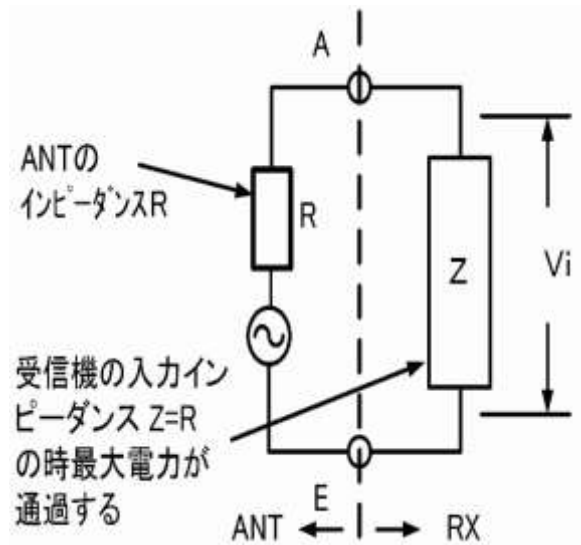
③入力端子電圧を求める

解答

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

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

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



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。P109参照

WACバンドの10 [MHz] の波長  $\lambda \doteq 30$  [m] ハロー CQ 30mバンド  
ハムでは知らない人はいないはず、これ常識よ。

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

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

$$\text{分子を} +5\% \text{大きくしたので } 150 - 7.5 = 142.5 [mV] \quad \therefore 4$$

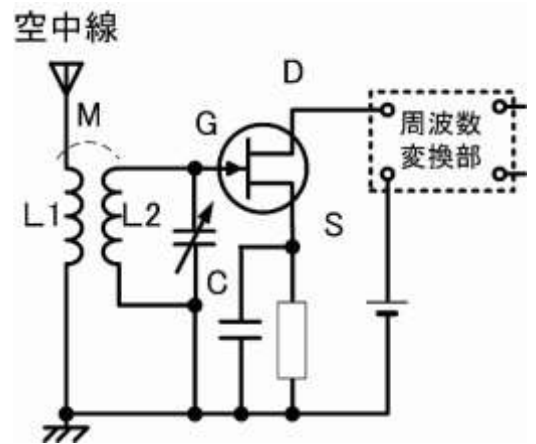
類題 3 1アマ/H4/7月/?

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 [ $\mu\text{V}/\text{m}$ ] 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 は受信電波同調時で 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、最も近いのは、  
 次のどれか。

ただし、同調回路の実効抵抗値は 3 [ $\Omega$ ]、

総合インダクタンス M は 75 [ $\mu\text{H}$ ]、

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「 $(2/\pi) \times$  アンテナの実長」  
 で求めること。



- 1 7.1 [mV]    2 176 [mV]    3 530 [mV]    4 1059 [mV]    5 1590 [mV]

類題 3 解答 3

入力に同調コイルがあり Q がある場合は解き方が Q 6 2 と全く異なるので注意。

この問題が解けたら 1 級合格間違い無しです。

暗算は無理です。一つずつ確実に計算してください。

解答

$$h_e = \frac{2}{\pi} l = \frac{2 * 5}{\pi} = \frac{10}{\pi} = 3.18 [m] \quad \text{ANT起電力 } E_a = 100 * 10^{-6} * 3.18$$

$$= 3.18 * 10^{-4} [V]$$

$$L_1 \text{ を流れる電流 } I_1 = \frac{E_a}{\text{受信機入力インピーダンス}} = \frac{3.18 * 10^{-4}}{300} = 1.06 * 10^{-6} [A]$$

$$L_2 \text{ に誘起する電圧 } E_{L_2} = \omega M I_1 = 2\pi f M I_1$$

$$= 2 * 3.14 * 14.22 * 10^6 * 75 * 10^{-6} * 1.06 * 10^{-6} = 7.1 * 10^{-3} [V]$$

$$\text{同調回路の } Q = \frac{1}{\omega C R} = \frac{1}{2\pi f C R} = \frac{1}{2 * 3.14 * 14.22 * 10^6 * 50 * 10^{-12} * 3}$$

$$= 7.47 * 10^1 = 74.7$$

$$L_2 \text{ の両端の電圧 } E_0 = Q E_{L_2} = 74.7 * 7.1 * 10^{-3} = 5.3 * 10^{-1} [V] = 530 * 10^{-3} [V] \therefore 3$$

問題 63 2アマ/H17/12月/A-15

送信点P<sub>1</sub>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<sub>2</sub>で電界強度E<sub>0</sub>が得られたとする。次に送信点P<sub>1</sub>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<sub>2</sub>で同じ電界強度E<sub>0</sub>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、 $\log 2 \doteq 0.3$ 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3dBを覚えていると解が断然早い。

導入：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。

解答

①  $6 \text{ [dB]} = 3 \text{ [dB]} + 3 \text{ [dB]}$

∴  $G = 2 * 2 = 4$  倍の電力増幅が必要。

2. 電力利得表 P103参照

∴  $P = 4 * 80 \text{ [W]} = 320 \text{ [W]}$  ∴ 4 ……………①

②  $10 \log G = 6$

$\log G = 0.6 = 0.3 + 0.3 = \log a + \log b = \log(a * b)$

∴  $a = 2, b = 2$  ∴  $G = 2 * 2 = 4$  倍 ∴ ①式へ

③  $6 = 10 \text{Log} G$   $\text{Log} G = 0.6$

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

④  $10 \log G = 6$   $\log G = 0.6$

(シ) ロオニから真数4を誘導 ∴  $G = 4$  ∴ ①式へ

11. 無理数の語呂合わせによる覚え方 P109参照

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。

解答

$$\textcircled{1} 19 [\text{dB}] = 3 [\text{dB}] + 3 [\text{dB}] + 3 [\text{dB}] + 10 [\text{dB}]$$

3 [dB] が\*2倍, 10 [dB] が\*10倍だから電力利得Gは

$$G = 2 * 2 * 2 * 10 = 80 [\text{倍}]$$

$$\therefore G_p = 80 * 50 = 4000 [\text{mW}] = 4 [\text{W}] \therefore 2 \dots\dots \textcircled{1}$$

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

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

$$\therefore G = \log^{-1} 1.9 = \log^{-1} (0.3 + 0.3 + 0.3 + 1.0)$$

$$= 2 * 2 * 2 * 10 = 80 [\text{倍}] \therefore \textcircled{1} \text{の式へ}$$

2. 電力利得表 P 1 0 3 参照

$$\textcircled{3} \textcircled{2} \text{の } G = \log^{-1} 1.9 \text{ の指標 } 1 \text{ から } 10^1,$$

$$\text{仮数 } 0.9 \text{ から } 8 \text{ を誘導。} \therefore G = 10^1 * 8$$

$$= 80 [\text{倍}] \therefore \textcircled{1} \text{の式へ}$$

1 1. 無理数の語呂合わせによる覚え方 P 1 0 9 参照

式	値	ゴロアワセ1	ゴロ2	誘導式
Log 8	0.90	(犯人を) パクレ		Log 2 <sup>3</sup> = 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。 **解答**

①電力比で2倍は3[dB]。

$$\therefore G = 16W / 1W = 16 \text{ 倍} = 2 * 2 * 2 * 2$$

$$\therefore G_0 = 3 [dB] + 3 [dB] + 3 [dB] + 3 [dB] = 12 [dB]。 \therefore 4$$

2. 電力利得表 P103参照 / 別解

$$\textcircled{2} G = 10 \log \frac{P_{16}}{P_1} = 10 \log \frac{16}{1} = 10 * \log 2^4$$

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

\*\*\*\*\*

「楽しく覚える1アマ攻略」  
でのアンテナ利得の解法  
テクニック。

問題65と右の問題19とは同一内容だが定数が異なる為答えも異なる。

10 dBと覚えたのでは、  
12 dBが正解なので間違い。

解説の欄を覚える必要がある。  
どこが裏技なのか？

さっちゃんよりも解説の欄をもっと大きく書いてもらわないと読めません。

問題と答えを覚える方が  
もっとむつかしいですよ。

∴正攻法しかない。

問題19

1/2 波長ダイポールアンテナと八木アンテナに、それぞれ10 [W]と1 [W]の電力を供給したとき、両アンテナの最大放射方向における同一距離での電界強度が等しくなった。この八木アンテナの相対利得の値として、正しいものは次のうちどれか。

- 1 3 [dB]    2 6 [dB]    3 10 [dB]  
4 12 [dB]    5 20 [dB]

答/3

さっちゃん  
計算問題なんてもうヤダヨ〜  
こうなったらまた奥の手だ  
【10dB】って覚えよう

問題20

半波長ダブレットアンテナを用いて送信したとき、ある地点の電界強度は300 [μV/m]であった。また、同じ場所からビームアンテナを用いて同じ電力で送信したところ、その地点の電界強度は600 [μV/m]になった。このビームアンテナの相対利得の値として、正しいものは次のうちのどれか。

- 1 2 [dB]    2 3 [dB]    3 4 [dB]  
4 5 [dB]    5 6 [dB]

答/5

さっちゃん  
アレ？ これは問題19と同じような問題だ  
2問あわせてリーダーに解説してもらおう



アンテナの利得を求める公式は、  
10log (P/P) だから  
10log (300/150) = 10log 2 = 10 \* 0.301 = 3.01  
Pは「電力」だけと「電界強度」で利得を求めることもできる  
20log (E/E) がそれ、つまり、20log (600/300) がそれ  
20log 2.0 kg 2 は0.3なので6 [dB] となるわけ



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。

電力比は2倍が3 dBを覚えていると解が断然早い。

解答

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  $P_s = 3 + 3 = 6$  [dB]

2. 電力利得表 P103参照

別解 スタックによる利得

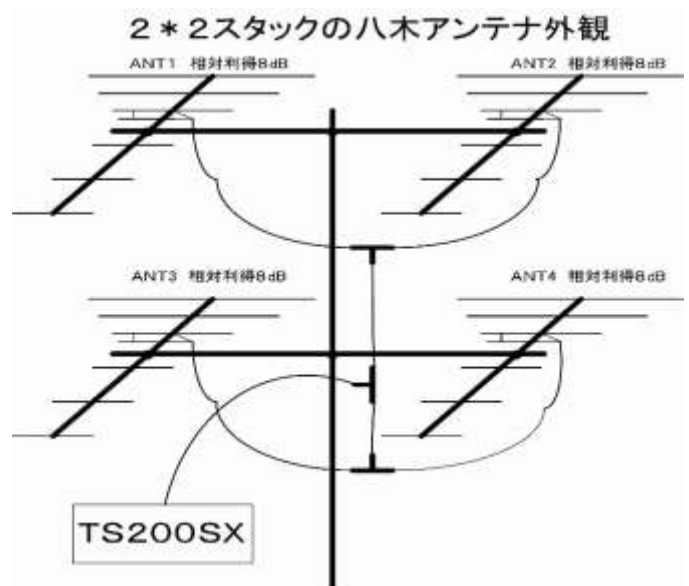
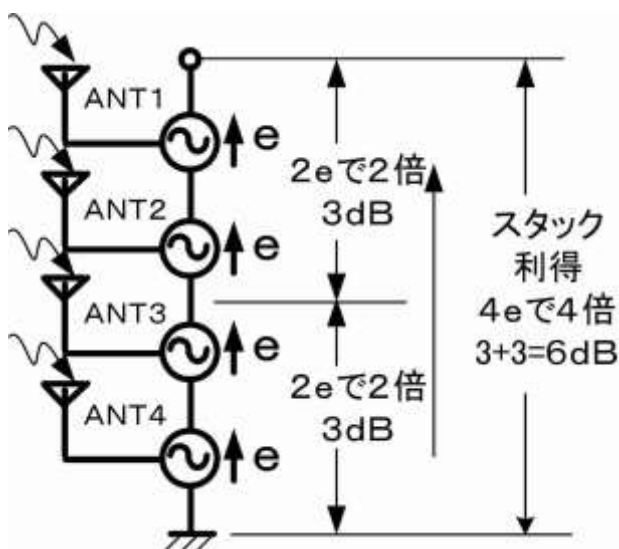
$$\begin{aligned}
 P_s &= 10 \log (2 * 2) \\
 &= 10 \log 2^2 \\
 &= 20 \log 2 = 20 * 0.3010 \\
 &= 6.02 \text{ [dB]},
 \end{aligned}$$

②アンテナ単体の利得

$P_o = 8$  [dB] あるので総合利得Pは

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

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



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： $E_0$  は半波長ダイポールアンテナの電界強度の式を使う。

①半波長ダイポールANTで同電界強度を得るには  
ANT入力  $P = 6\text{dB} = 3\text{dB} + 3\text{dB}$

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

2. 電力利得表 P103参照

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。

$$\therefore E_0 = \frac{7\sqrt{G_0 P}}{d} = \frac{7\sqrt{4 * 25}}{20 * 10^3}$$

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

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

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

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

最終暗算は $3.5 * 5\pi = 17.5\pi \doteq 18 * 3 = 54 \rightarrow 540$  [μV]

類題 4 1ア/H19/8月/A22

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]  
 $\lambda$  : 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]

類題4 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。  
 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。

解答

①送信アンテナの相対利得3 [dB] の真数Gは

$$10 \log G = 3 \quad G = 10^{0.3} \approx 2 \quad \therefore G = 2$$

2. 電力利得表 P103参照してG=2を即誘導。

②電界強度E=40 [dBμ] を [V/m] の単位に換算すると

$$20 \log E = 40 \quad \therefore \log E = 2 = \log 10^2 = \log 100$$

$$\therefore E = 100 [\mu V/m] = 100 * 10^{-6} [V/m]$$

$$\text{又は } E = 10^{0.2} \text{ から } E = 10^2 = 100 [\mu V/m]$$

②' 別解 / P110のdbμの解説参照。1 μV = 0 dB

2. 電圧利得表 P104参照して 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  $[\mu V]$  だから

$$E = 1 [\mu V/m] * 100 = 100 [\mu V/m] = 100 * 10^{-6} [V/m]$$

③周波数  $150 [MHz]$  の波長  $\lambda = 3 * 10^8 / 150 * 10^6 = 2 [m]$   
 別解 / ハロー 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。

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

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

\*\*\*\*\*

コラム 15 : 計算尺の計算方式

右の式を計算します。

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

指数表示、2重ルート、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。  
 桁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。関数電卓の必要はありません。

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。

$\sqrt{2 * 50} = \sqrt{100} = 10 = 10^1$   $\therefore$  有効数字に変化無し。ここで  $d = \sqrt{8.68 * 10}$  と書きますが、まだ10の乗数はまだ書けません。

	2.8
*	3.1
	-----
	28
	84
	-----
	8.68

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。

③桁計算 2

①の1桁同士の計算(暗算)の結果、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

∴  $d = \sqrt{8.68 \times 10^8}$  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  $86.8 \times 10^6$  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P101インド数学で暗算が出来れば理想的。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。将来きっと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

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

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

本計算をまともにしていると約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	$\sqrt{8.}$	68	00	00	
2	4				
49	4	68			
9	4	41			
584		27	00		
4		23	36		
5886		36	400		
6		35	316		
5892		10	84		

⑨桁計算の省略  
 5択の中に同一有効数字で桁が異なる解答がないとき(例えば0.3, 3, 30, 300, 300ではないとき)は、桁計算の照合の必要がないので省略可。つまり有効数字のみで答えを選ぶことになる。この方法はあまりお勧めできないが時間の短縮にはなる。本問題では④の時点で答えは3弱となることから2が正解となる。この時点では答えの信頼性は50%。別途の桁計算で答えが合致すれば信頼性は100% ?????? となる。

⑧卓電で正確に計算すると 29.647934.....、暗算で30、筆算で29.46 という答えが出ました。選択肢の中で充分選別できる値がでました。

暗算で計算する方法を習得することが1級合格の条件です。

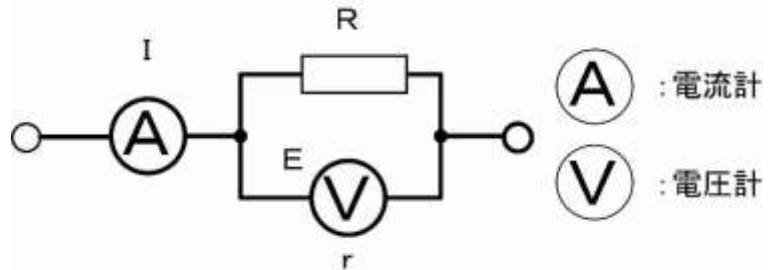
この計算方法をマスターすると100円計算機で天文学的数字が扱えます。

高価な関数電卓を購入する必要はありません。購入したとしても試験で使えません。

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  $r$  [ $\Omega$ ] としたとき、抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] 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 P102 2. オームの法則式参照

$$P = EI \text{ (全消費電力)} - E^2 / r \quad \therefore 1$$

$\therefore E^2 / r$  は電圧計で消費される電力。

\*\*\*\*\*

コラム 16 : 100-30-3 の法則

$$f = \frac{160}{\sqrt{LC}} [MHz] \cdot \textcircled{1} = \frac{160}{\sqrt{100 * 30}} = \frac{160}{\sqrt{3000}} \cong \frac{160}{55} \cong 3 [MHz]$$

P61の①式に  $L = 100 [\mu H]$ ,  $C = 30 [PF]$  を代入すると

$f = 3 [MHz]$  になる。つまり、 $100 [\mu H]$  と  $30 [PF]$  のタンク回路の共振周波数は  $3 [MHz]$  になる。

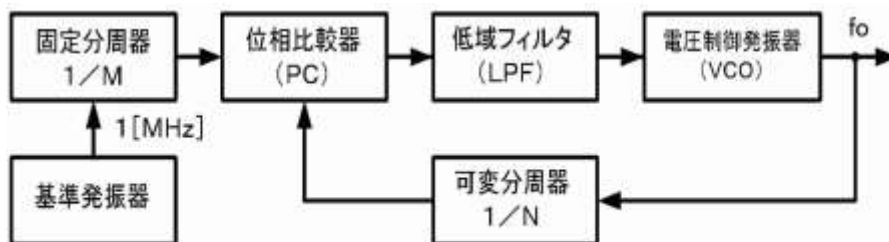
(インド数学 P101 から  $55^2 = 3025 \therefore \sqrt{3000} \cong 55$ )

本を読んだり、回路を設計する時に、だいたいの数字がわかっている必要がある。①式で計算すれば済むことだが、計算しなくともだいたいのことがわかれば間違いかどうか事前にわかることが重要。プロは暗算で出来るようにしておく必要がある。

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。

- 1 50 [kHz]
- 2 500 [kHz]
- 3 800 [kHz]
- 4 1.6 [MHz]
- 5 16.0 [MHz]



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。ここから最初の①式が誘導される。 PCで同相になるよう制御される。

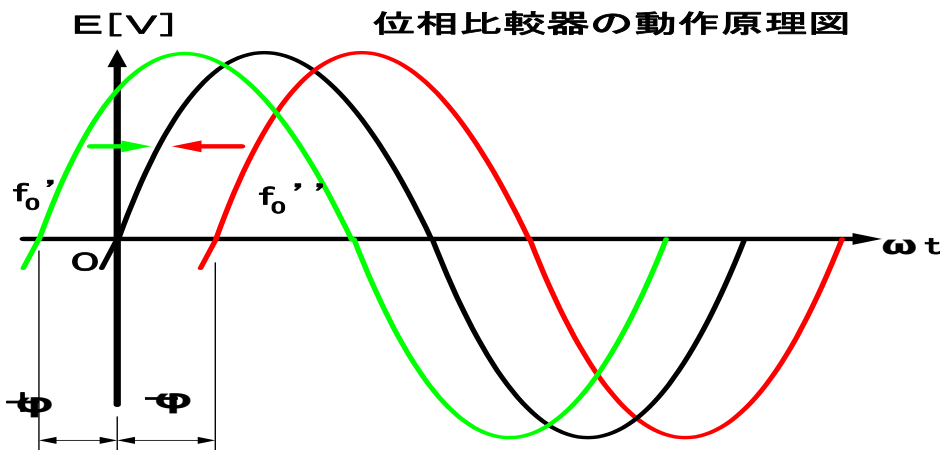
水晶振動子が基本なので安定度抜群。自動制御の積分動作 (PID の I) がかかると偏差値 0。水晶並みの発振精度で VFO が出来る。

昔のハートレー、コルピッツでは考えられない精度。なんと SW ON と同時に VFO が使えるという信じられない事実。長生きしてよかったですね。

解答

$$\therefore f_0 \frac{1}{N} = \frac{1000}{M} \dots \textcircled{1}$$

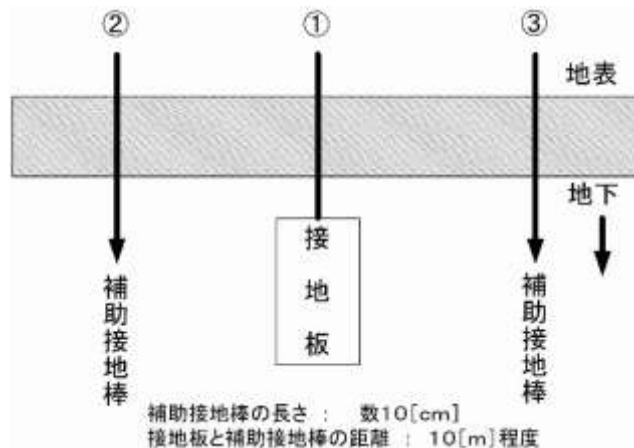
$$f_0 = \frac{1000}{M} * N = \frac{1000 * 16}{20} = 800 [kHz] \quad \therefore 3$$



位相比較器で  $\Phi$  を限りなく近づけるように自動制御がかかる。中央の水晶の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、接地板の接地抵抗の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 $R_{12}$ ,  $R_{13}$ ,  $R_{23}$  [ $\Omega$ ] 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  $R_1 = R_{12} + R_{13} - R_{23} / 2$  [ $\Omega$ ]
- 2  $R_1 = R_{12} + R_{23} - R_{13} / 2$  [ $\Omega$ ]
- 3  $R_1 = R_{13} + R_{23} - R_{12} / 2$  [ $\Omega$ ]
- 4  $R_1 = R_{12} + R_{13} - R_{23}$  [ $\Omega$ ]
- 5  $R_1 = R_{12} + R_{23} - R_{13}$  [ $\Omega$ ]

問題70 解答 1

導入 接地抵抗計算式の覚え方

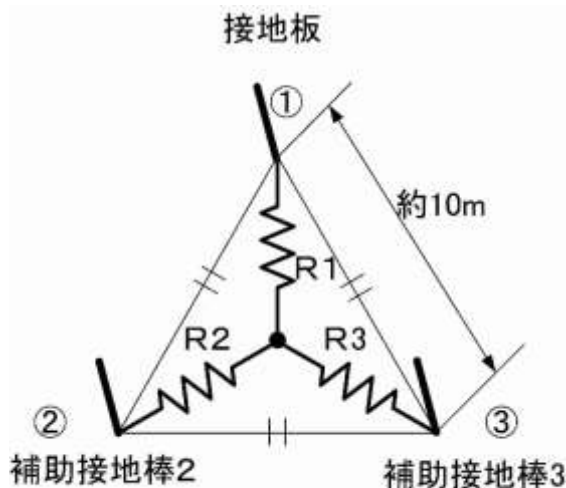
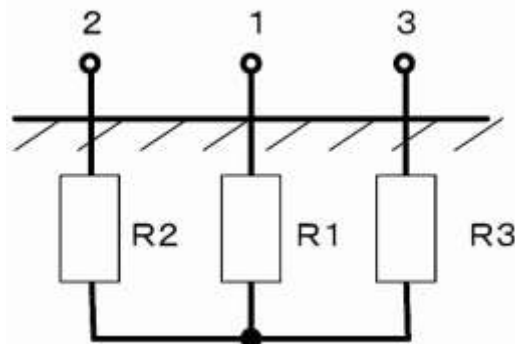
接地端子に関係ある端子  $R_{12}$ ,  $R_{13}$  は+、無い端子  $R_{23}$  は-として合計を求め2で割る。行列式の解説はP106参照。

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問題。

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

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

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



接地抵抗測定時の電極の配置図

連立方程式による解

①-③から  $R_1 - R_3 = R_{12} - R_{23} \dots\dots ④$

②+④から  $2R_1 = R_{12} - R_{23} + R_{13}$

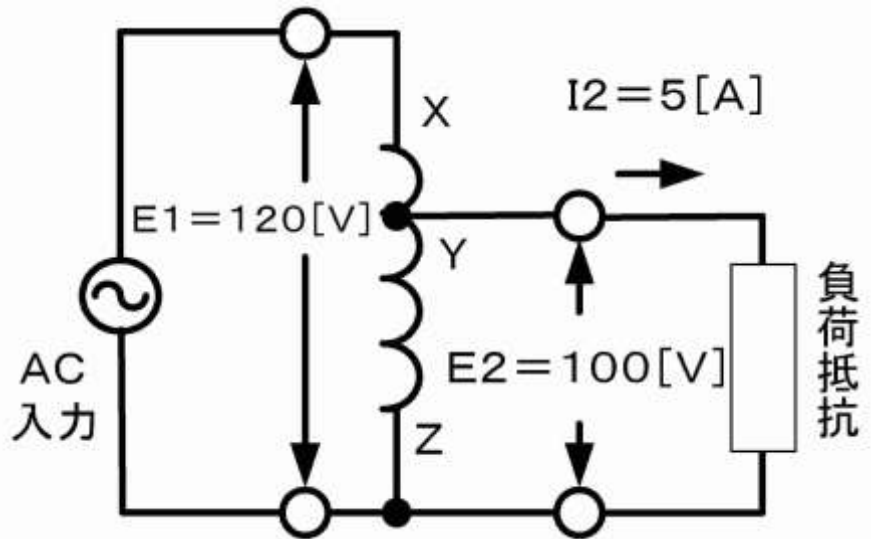
$\therefore R_1 = R_{12} - R_{23} + R_{13} / 2$



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。

解答

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

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

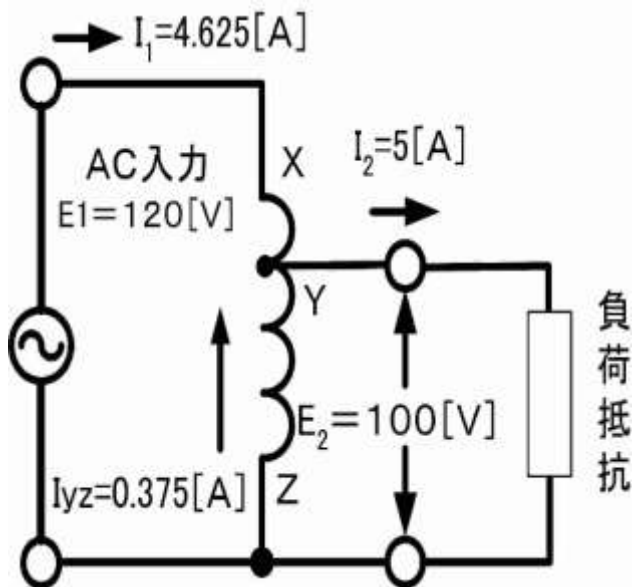
$$\text{一次電流 } I_1 = \frac{P_1}{E_1} = \frac{555.5}{120} = 4.625 [A]$$

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

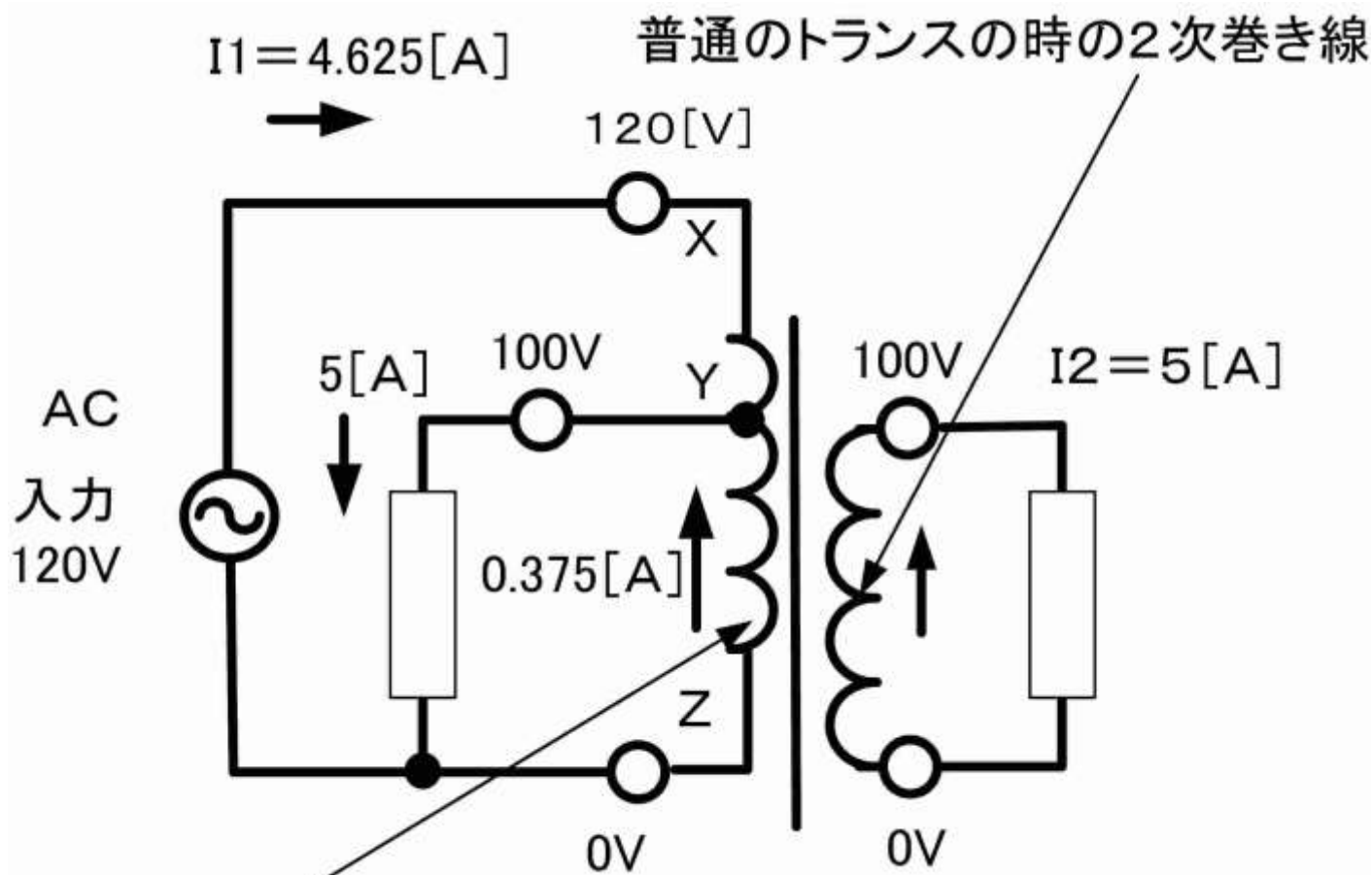
暗算による解 /  $I_1 = 500 / (0.9 * 120) = 500 / 108 \doteq 5 - 0.4 = 4.6 [A] \therefore I_{yz} = 5 - 4.6 = 0.4 [A] \therefore 1$

ヒント 1 :  $P_1$  は P30 の表①から  $5/9 = 0.5$  を暗算で出す。

ヒント 2 :  $500/100 = 5$  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 5 A とすると  $5 - 5 = 0 A$ 、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。  $\therefore 0$  に近い値が正解。  $\therefore$  選択肢の中で 0 に近いのは 0.4 A  $\therefore 1$



下記に巻き線を分離した時のトランスの構造を示します。  
 分離したときはYZ間にも4.625[A]の電流が流れます。



オートトランスの時は巻き線を細くすることが出来る

特徴（利点）としては

オートトランスとすることにより1-2次共通部分y-zの巻き線を細くすることが出来る。普通のトランスは1次巻線に負荷電流1次換算分が重畳する。

理由は、負荷電流は巻き上げ部分x-y→負荷抵抗→電源に戻るのでy-zには負荷電流を流す必要はなく、励磁電流だけでいい。この部分は細い電線で済む。

安価で軽い。

欠点としては

1-2次間の絶縁が出来ない。

1次側が接地されていると感電する。現在は余り使われていない。

不用意に他の機器に接触すると横流が流れて機器を破壊することがある。

地絡電流が流れて漏電ブレーカが動作して停電する。漏電ブレーカの設定値には高感度形5~30mA, 中感度形100~1000mA, 低感度形等がある。

避雷時に減衰することなく負荷を直撃する。半導体を使用している時は間違いなく潰れる。

詳細は新上級ハムになる本 P240 図7-2 参照。

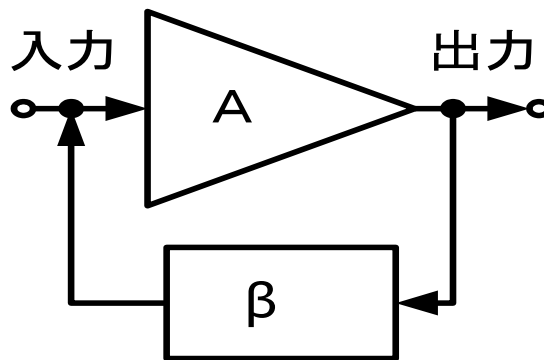
本問題はステップダウン。ステップアップの時は導入に従って解くだけのこと。

応用能力があればイチコロです。応用能力を養ってください。

応用力こそが1級合格の鍵です。

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 ≒ 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 \* 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。

新上級ハムになる本 P144 4-25 式は間違い。

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。本は間違い。

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、 $(1 - A\beta) \geq 1$  で飽和し安定発振

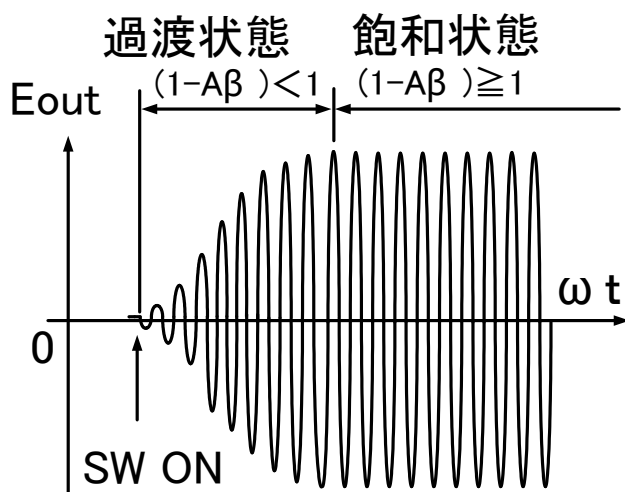
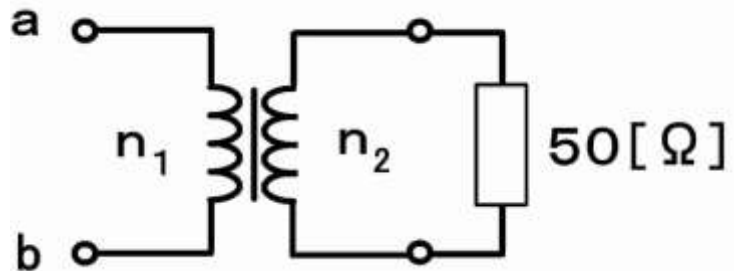


図1 正帰還がかかった発振回路の出力例

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 $n_1/n_2=8$ の無損失の理想変成器の2次側に $50\Omega$ 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

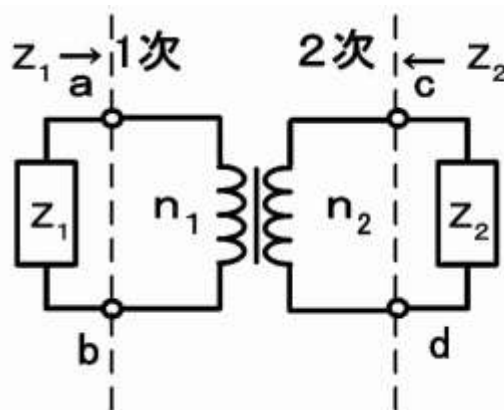
利点/インピーダンス変換は半導体（トランジスタ、FET）で簡単に出来るが電源（電位）が分離出来ない欠点がある。

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、電源不要。

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

$$Z_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 Z_1 = \frac{1}{a^2} Z_1$$



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 $Z_1 = Z_1$ の時に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 (スキルアップ資料)

### 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

$$23 * 94 = 2162$$

②1桁目に桁上げ有り

$$19 * 16 = 304$$

③桁上げ無し

$$12 * 14 = 168$$

19	12
* 16	* 14
154	108
9	2
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1~2桁目に配置

11 * 19 = 209	}	5個	}	9項目		
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項目 = 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。

$$15^2 = 15 * 15 = \underline{225} \rightarrow \sqrt{225} = 15$$

$$25^2 = 25 * 25 = \underline{625} \rightarrow \sqrt{625} = 25$$

$$35^2 = 35 * 35 = \underline{1225} \rightarrow \sqrt{1225} = 35$$

$$45^2 = 45 * 45 = \underline{2025} \rightarrow \sqrt{2025} = 45$$

上桁(4+1) \* 4 = 20, 下桁 25, ∴ 2025

$$55^2 = 55 * 55 = \underline{3025} \rightarrow \sqrt{3025} = 55$$

$$65^2 = 65 * 65 = \underline{4225} \rightarrow \sqrt{4225} = 65$$

$$75^2 = 75 * 75 = \underline{5625} \rightarrow \sqrt{5625} = 75$$

$$85^2 = 85 * 85 = \underline{7225} \rightarrow \sqrt{7225} = 85$$

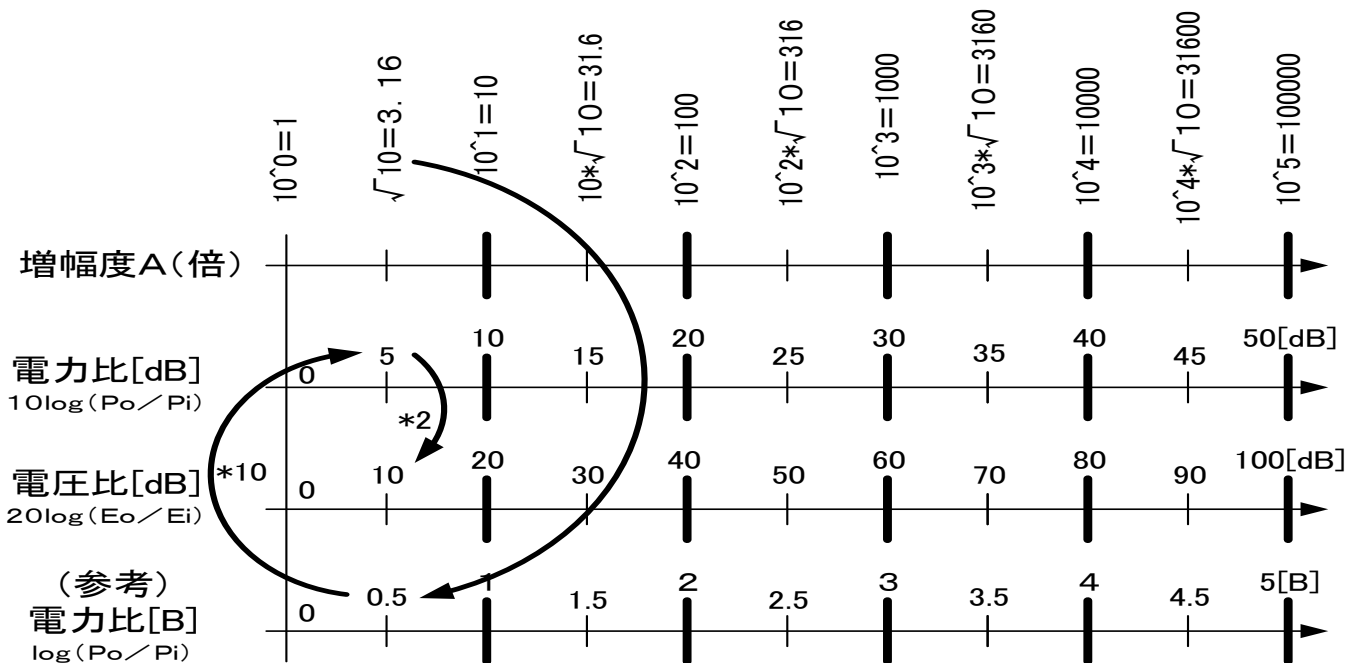
$$95^2 = 95 * 95 = \underline{9025} \rightarrow \sqrt{9025} = 95$$

→ 1~9の  
9個存在

## 2. オームの法則式と電荷量

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

### コラム17. 増幅度と[dB]の関係の説明



#### ① どうしてベル[B]に10倍した値[dB]を使うのか？

理由は電力比の場合1～10倍の時、0～1[B]以下になり小数点以下となり扱いにくいので10倍して0～から10以下の値にしている。0.0～0.9[B]のままでは細かい表現が難しいのです。10倍したので1/10に戻す符号デシ[d]を付加して[dB]としています 例 電力増幅度3倍( $\sqrt{10}$ )の時 電力比=0.5[B]=5[dB]となり扱いやすい。②電力比を基準にとったので、同じ状態で電圧比は $P = E^2 / R$ となり対数をとると2倍となるので 電圧比[dB]=2 \* 電力比[dB]の関係があります。③こうすると、増幅のように大きな数字を扱うときに数を圧縮して表現できるのでとてもわかりやすくなります。P108の8と9を参照。

以上の関係は上記数表を参照していただければ一目同然です。

### 3-1. 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、20 dBが100倍

注3：使い方／ $G_p = 10 \log(P_{out}/P_{in})$  [dB] =  $10 \log A$

電力利得 $G_p$ [dB]		電力増幅度 $A$ [倍]
$G_p$ [dB]	電力利得 $G_p$ の分解式	
3	3	2
6	3 + 3 *1	$2 * 2 = 4$
7	10 - 3	$10 * 1 / 2 = 5$
9	3 + 3 + 3 *1	$2 * 2 * 2 = 8$
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	$17 = 10 \log A \therefore A = \text{LOG}^{-1}(17/10) = \log^{-1} 1.7 = 5 * 10^1 = 50$ 倍 対数から真数を求めるには数表、計算尺又は関数電卓を使用する。 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。 $\therefore 5 * 10^1 = 50$ 倍	
17	10 + 10 - 3	$10 * 10 * 1 / 2 = 100 / 2 = 50$
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	$10 * 10 * 10 * 10 * 10 * 10 * 2 * 2 = 4000000$

\* 1. 5, 8 [dB] については P108 の 11 参照。

### 3-2. 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。

$$\text{電圧比 [dB]} = \text{電力比 [dB]} * 2$$

(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 $\sqrt{10}$ 倍、20 dBが10倍

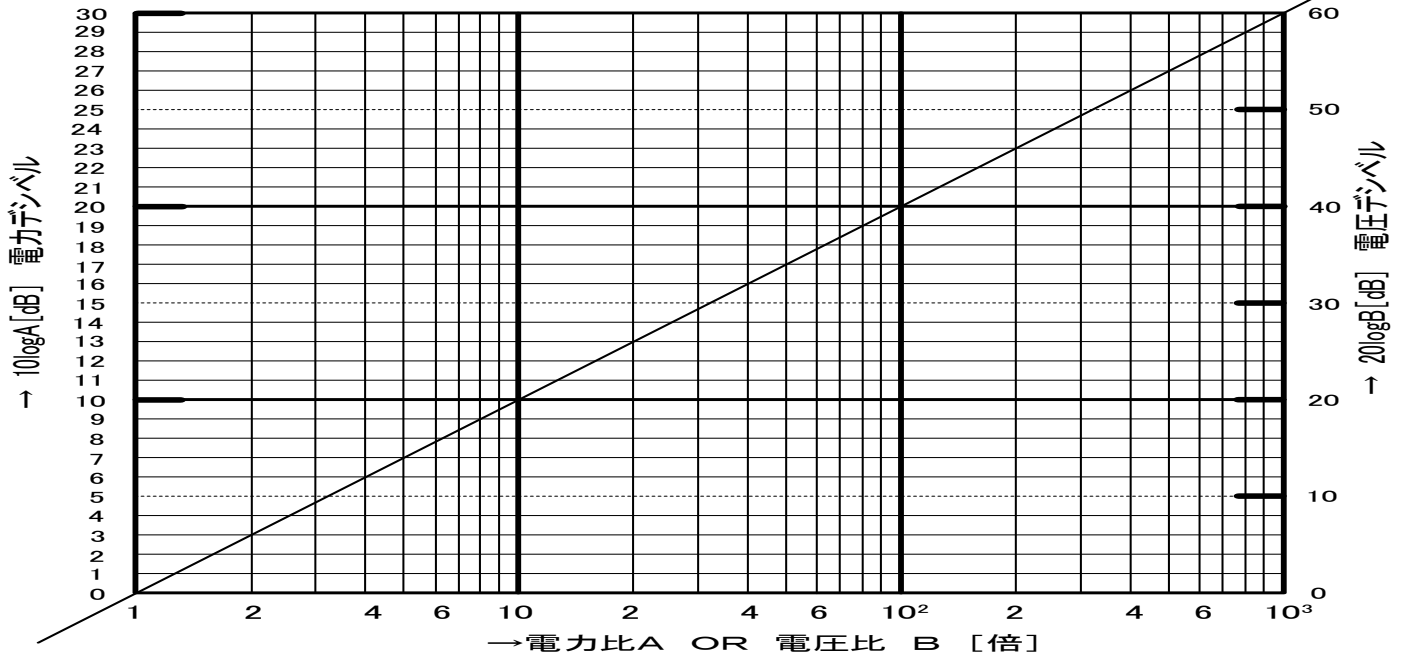
注2: 使い方 /  $G_e = 20 \log(E_{out}/E_{in})$  [dB] =  $20 \log B$

電圧利得 $G_e$ [dB]		電圧増幅度 $B$ [倍]
$G_e$ [dB]	電圧利得 $G_e$ の分解式	
6	6	2
10	$10 = 20 \log B \quad \therefore B = \text{LOG}^{-1}(10/20) = \log^{-1} 0.5 = 10^0 * \sqrt{10} = \sqrt{10} = 3.16$ 倍。対数から真数を求めるには数表、計算尺又は関数電卓を使用する。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 $\sqrt{10} = 3.16$ を求め掛合せる。 $\therefore 10^0 * \sqrt{10} = \sqrt{10} = 3.16$ 倍	
12	6 + 6	$2 * 2 = 4$
14	20 - 6	$10 * 1 / 2 = 5$
16	6 + 10	$2 * \sqrt{10} = 2 * 3.16 = 6.32$
18	6 + 6 + 6	$2 * 2 * 2 = 8$
20	10 + 10	$\sqrt{10} * \sqrt{10} = 10$
24	6 + 6 + 6 + 6	$2 * 2 * 2 * 2 = 16$
26	6 + 10 + 10	$2 * \sqrt{10} * \sqrt{10} = 20$
	6 + 20	$2 * 10 = 20$
30	6 + 6 + 6 + 6 + 6	$2 * 2 * 2 * 2 * 2 = 32$
	10 + 10 + 10	$\sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} = 10\sqrt{10} = 10 * 3.16 = 31.6$
	10 + 20	$\sqrt{10} * 10 = 3.16 * 10 = 31.6$
34	20 + 20 - 6	$10 * 10 * 1 / 2 = 50$
36	6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6	$2 * 2 * 2 * 2 * 2 * 2 = 64$
40	10 + 10 + 10 + 10	$\sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} = 100$
	20 + 20	$10 * 10 = 100$
42	6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6	$2 * 2 * 2 * 2 * 2 * 2 * 2 = 128$
56	10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 6	$\sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * 2$ $= 100 * \sqrt{10} * 2 = 200\sqrt{10} = 200 * 3.16 = 632$
60	10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10	$\sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} = 1000$
80	10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10	$\sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} * \sqrt{10} = 10000$
	20 + 20 + 20 + 20	$10 * 10 * 10 * 10 = 10000$



#### 4. 0-100[dB]利得速算表／高価な関数計算機不要

電力比A OR 電圧比B [倍] 対 電力電圧デシベル表



#### 電力利得表の作り方

3 dBが2倍だから  
+3 dB 方向に2倍  
-3 dB 方向に1/2倍

以上で 0-20[dB]の表完成

例 19[dB]=10+9[dB]=10\*8=80 [倍]  
1 [dB]ステップでいくらでも  
求められる。

10logA [dB]	A
0	1
1	1.23
2	1.6
3	2
4	2.5
5	3.1
6	4
7	5
8	6.25
9	8
10	10
20	100
30	1000
40	10000
50	100000
60	1000000
70	10000000
80	100000000
90	1000000000
100	10000000000

Annotations for the table:

- 1=4-3[dB] ∴ 2.5/2=1.25
- 2=5-3[dB] ∴ 3.1/2=1.6
- 0=3-3[dB] ∴ 2/2=1
- 4=7-3[dB] ∴ 5/2=2.5
- 6=3+3[dB] ∴ 2\*2=4
- 7=10-3[dB] ∴ 10/2=5
- 9=6+3[dB] ∴ 4\*2=8
- 8=20-3-3-3-3[dB] ∴ 100\*1/2\*1/2\*1/2\*1/2=100/16=6.25
- 5=8-3[dB] ∴ 6.25/2=3.1

\*\*\*\*\*

#### 電圧利得表の作り方

6 dBが2倍だから  
+6 dB 方向に2倍  
-6 dB 方向に1/2倍

#### 電圧利得の3 dBは

$20\log G = 3$   
∴  $G = \log^{-1}(3/20) = \log^{-1} 0.15 = 1.412$  [倍]

電圧利得の-3 dBは  
 $1/G = 1/1.412 = 0.708$  [倍]

電力と同じようにして  
0-20[dB]の表完成

例 29[dB]=20+9[dB]=10\*2.8=28 [倍]  
1 [dB]ステップでいくらでも求められる。

20logB [dB]	B
0	1
1	1.1
2	1.25
3	1.4
4	1.58
5	1.8
6	2
7	2.2
8	2.5
9	2.8
10	$\sqrt{10} = 3.16$
20	10
30	$10\sqrt{10} = 31.6$
40	100
50	$100\sqrt{10} = 316$
60	1000
70	$1000\sqrt{10}$
80	10000
90	$10000\sqrt{10}$
100	100000

Annotations for the table:

- 1=7-6[dB] ∴ 2.2/2=1.1
- 2=8-2[dB] ∴ 2.5/2=1.25
- 0=6-6[dB] ∴ 2\*1/2=1
- 4=10-6[dB] ∴ 3.16/2=1.58
- 3=6-3[dB] ∴ 2\*0.7=1.4
- 7=10-3[dB] ∴ 3.16\*0.7=2.2
- 9=6+3[dB] ∴ 2\*1.4=2.8
- 8=20-6-6[dB] ∴ 10\*1/2\*1/2=10/4=2.5
- 5=8-3[dB] ∴ 2.5\*0.7=1.75

## 5. 連立方程式解答のテクニック (クラルの公式)

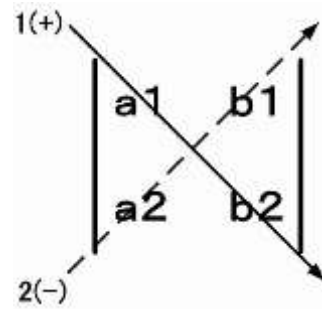
### 1. 行列式を用いた連立方程式の解法

#### ①二元一次連立方程式の解法

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

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

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



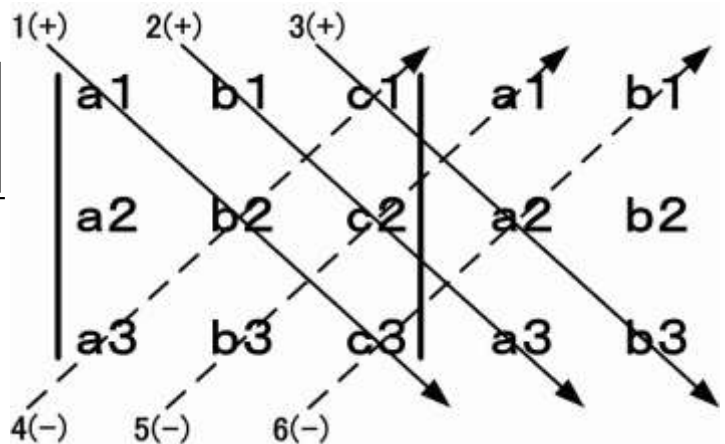
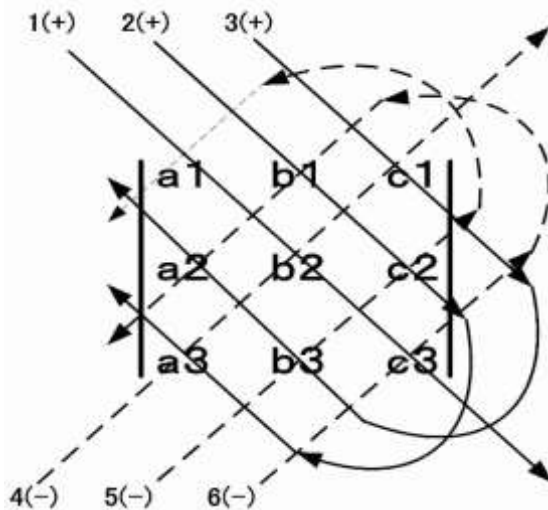
#### ②三元一次連立方程式の解法

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

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

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

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



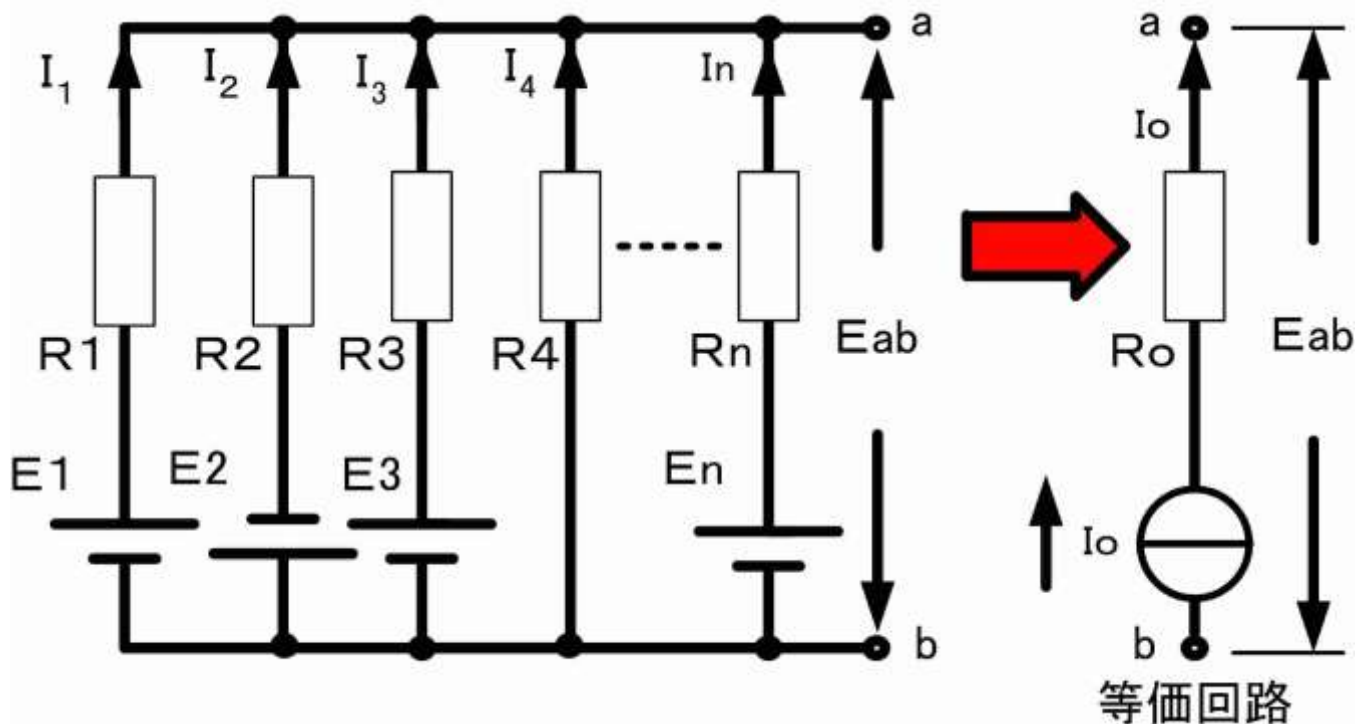
分母は全て同じ。分子に求めたい未知数の位置へ定数項を代入。  
計算さえ間違わなければ早い。

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 =  $a_1b_2d_3 + b_1d_2a_3 + d_1a_2b_3 - a_3b_2d_1 - b_3d_2a_1 - d_3a_2b_1$

## 6. 日目計算（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アドミタンスを求める。
- 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。  
問題 17-18 (P31, 33) の例題をすること。例題を先にしてからこの式を見てください。この式の意味がよく分かります。



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

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

$$\therefore I_n = \frac{E_{ab} \sim E_n}{R_n}$$

7. 3平方の定理表

N 組合せ No	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
:	:	:	:
$X^2 + Y^2 = Z^2$ $(3N)^2 + (4N)^2 = (5N)^2$			
100	300	400	500
:	:	:	:
:	:	:	:
1000	3000	4000	5000
試験が始まったらこの表 を書く。 計算が断然速い。			

8. 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
10000	40	80

9. 指数表示換算表

指数表示	名称	記号
$10^{24}$	ヨタ	Y
$10^{21}$	ゼタ	Z
$10^{18}$	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	$\mu$
$10^{-9}$	ナノ	n
$10^{-12}$	ピコ	p
$10^{-15}$	フェム	f
$10^{-18}$	アト	a
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-24}$	ヨタ	y

電圧比は電力比の2倍の関係

10. 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

11. 電力増幅度が2~10倍迄の電力利得表誘導

2から10倍までは log2, 3, 7 から誘導できる。log2, 3, 7 は必修。

X	X <sup>2</sup>	G[dB]	G [dB] の分解式	電力増幅度 A [倍]
10	100	0		1
11	121	3	3	2
12	144	5	4.77 $\div$ 5	3
13	169	6	3+3	4 = 2 * 2
14	196	7	10-3	5 = 10 * 1 / 2
15	225	8	3+4.77 $\div$ 8	6 = 2 * 3
16	256	8.5	8.45 $\div$ 8.5	7
17	289	9	3+3+3	8 = 2 * 2 * 2
18	324	9.5	4.77+4.77=9.54 $\div$ 9.5	9 = 3 * 3
19	361	10	10	10
20	400			
.....	.....			
256	65536			

19[dB]=9+10  $\therefore$  A=8\*10=80[倍] 35[dB]=5+10+10+10  $\therefore$  G=3\*10\*10\*10=3000[倍]  
 50[倍]=5\*10  $\therefore$  G=7+10=17[dB] 37[倍]  $\div$  6\*6  $\therefore$  G  $\div$  8+8=16[dB]  
 目的の値が得られるように工夫してみてください。人間は考える葦である。  
 P105の表があれば完璧です。精度を要求する時は数表、関数電卓使用のこと

## 12. 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
$\text{Log } 2$	○	0.301030	サレイチオウサレ / ニ-サ	去れ一応去れ / 兄さん	
$\text{Log } 3$	○	0.4771213	シナナイニイサン	死なない兄さん、(桂)三枝や	
$\text{Log } \sqrt{10}$ $\text{Log } 3.16$		0.5	ルート10 をゼロハツでぶっ飛ばせ	$\text{Log}10^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \text{Log}10 = \frac{1}{2} = 0.5$	
$\text{Log } 4$		0.602	(シ) ロオニ / シロウ	白鬼 / 四郎	$2\text{Log}2 = 2 * 0.301 = 0.602$
$\text{Log } 5$		$0.6990 \div 0.7$	ロククレ、毒くれ 語録くれ / 0.7 → 五(目)並べ	$\text{Log}10/2 = \text{Log}10 - \text{Log}2$ $= 1 - 0.301 = 0.699$	
$\text{Log } 6$		0.78	(ム) チャ 鞭や 無茶	$\text{Log}(2*3) = \text{Log}2 + \text{Log}3$ $= 0.301 + 0.4771 = 0.7781$	
$\text{Log } 7$	○	0.84509804	(ナワ) ハシゴオクバレヨ	(縄) ハシゴを配れよ	
$\text{Log } 8$		0.90	(犯人を) パクレ	$\text{Log}2^3 = 3 * 0.301 = 0.903$	
$\text{Log } 9$		0.95424	キュウゴシ (急) 救護師 クイジニヨ 食い死によ	$\text{Log}3^2 = 2 * 0.4771 = 0.9542$	
$\sqrt{2}$	○	1.41421356	ヒトヨヒトヨニヒトミゴロ		
$\sqrt{3}$	○	1.7320508	ヒトナミニオゴレヤ		
$\sqrt{5}$	○	2.2360679	フジサンロクオームナク		
$\sqrt{6}$	○	2.44948974	ニヨヨクヨヤクナヨ		
$\sqrt{7}$	○	2.64575	(ナ) ニムシイナイ		
$\sqrt{8}$	○	2.828427	ニワニハヨブナ		
$\sqrt{10}$	○	3.162277	(ヒトマロハ) ミイロニナラブヤ		
e		2.718281828459045	エ 1 7 2 7 1 7 2 7 シゴ クオシ		
$\pi$	○	3.141592653589793238462643383279		「う」は中国語で5の意味 産医師異国に向う産後厄無く産婦みやしるに虫散々間に鳴く	
$2\pi$		6.28318530717958			
1 [rad]		$57.3 = 180/\pi$	(珍龍) ラジアン(ゲーム) ハ コナミ = KONAMI		
$\pi^2$	○	$9.8696 \div 10$	(ハイハイ) (牌牌で) テン (牌)		
$1/\pi^2$	○	$0.10132 \div 0.1$	上の逆数で 0.1	$1/9.8696 = 0.101 \div 0.1$	
$1/\pi$	○	0.318	(モ-ハイ) (盲牌) ミイヤ	最大値表示時の半波整流平均値	
$2/\pi$	○	$0.6366 \div 0.637$	(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	
$\sqrt{2}/\pi$	○	0.45	(半波整流) 0.45	実効値表示時の半波整流平均値	
			(ルート2 スパイクで行進) シゴ (かれた)。 100Vの電灯線を半波整流すると 45 Vになる。		
$2\sqrt{2}/\pi$	○	0.90 上の2倍	(全波整流) 0.9 上の2倍	実効値表示時の全波整流平均値	
			100Vの電灯線を全波整流すると 90 Vになる。		
$1/4\pi$	○	0.0795774	(シンパイ) ナクゴナンナシ		
$1/2\pi$	○	0.1591	(ツ-パイマチ) 以後悔い / 上の2倍 / 字牌		
$\pi/4$		0.785	直径から面積を求めるときの のゲージマーク	円の面積 $S = \pi/4 * \text{直径} D^2$ $= 0.785 D^2$ (カッパ 4 枚卸の) 飛田-ダ-	
$\pi/2$		1.5708	( $\pi/2$ ハ チョッカクヨ) イゴナレヤ		
$1/\sqrt{2}$	○	0.7071068	(ルート 2) ナレナイオームヤ		
$1/\sqrt{3}$		0.5774	(オオムラ) 崑サン (ニ) ゴナンナシ		

### 1.3. 各種 dB 解説

単位	各種 dB 解説 wikipedia より
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) であります。20×10 <sup>-6</sup> Pa を基準値 (0dB SPL) にとります。20 μPa 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 W・m <sup>-2</sup> であります。10 <sup>-12</sup> W・m <sup>-2</sup> を基準値 (0dB) とした値を dB で表現します。
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。
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。
dBu	0.775V を 0dB としたもので、電圧の強さを dB で表したものの。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 <sub>i</sub>	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 dB <sub>d</sub> または単に dB と表す。dB <sub>i</sub> 表記は dB <sub>d</sub> より 2.15[dB] 大きい。 相対利得 Gr[dB <sub>d</sub> ] = 絶対利得 Ga[dB <sub>i</sub> ] - 2.15[dB] 絶対利得 Ga[dB <sub>i</sub> ] = 相対利得 Gr[dB <sub>d</sub> ] + 2.15[dB] 0 [dB <sub>d</sub> ]=0[dB]=2.15[dB <sub>i</sub> ] 新上級ハムになる本 P 2 7 3 の 8 - 1 4 式は間違い。正しくは 相対利得 Ga = 絶対利得 Ga - 2. 1 5 [dB]
dB <sub>μ</sub>	1 μV (0. 000001V=10 <sup>-6</sup> 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 <sub>μ</sub> EMF、dB <sub>μ</sub> (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 <sub>μ</sub> 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、113dB <sub>μ</sub> EMF と 107dB <sub>μ</sub> 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 <sub>μ</sub> EMF が使われることが多い。米国やアマチュア無線では dB <sub>μ</sub> 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 <sub>μ</sub> の受信感度の業務無線機と、-12dB <sub>μ</sub> 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 で表示すれば間違える恐れはありません。

## 1.4. 試験合格必勝法

### 1. 過去問題集中練習

付録CDにH14～H27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、必ず試験に出る\*\*\*\*、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(H23)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時がある。つまり予想問題は周期(バイオリズム)を予想しただけのこと。根拠無し。

### 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、いっそのこと2→1級に方針変更した方がFB。1級に合格した方がVY FB。機が熟しました。ついにジャパニーズテンワットともおさらばする日が来ました。

(^)/~~~1級 !(^^)! (~o~) ハイパワー (^\_)v (^\_)/ 1kW (\*\_\*)

### 7. 最後に

無線従事者、電験3種以上、第1種電気工事士、電気技術者、プロ各種試験、……等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最短早道。

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から そのつもりで。

では成功(合格)を祈る。TU TU VA E E bomb! (>\_<)

## 第3章 電波法規

### 1. 電波法規学習のアドバイス

既出問題が繰り返し出題されています。記憶が主となります。問題集を毎日こつこつと読み続けて覚えて下さい。又、試験まで忘れないようにして下さい。電信の試験 TEST— . . . — が文章化されてここ出てきます。ひたすら覚えてください。

## 第4章. 京都CW愛好会（略称KCWA）の紹介他

### 1. 京都CW愛好会の発足

KCWAは昭和61年(1986年)4月1日に ①CWの啓蒙と普及 / ②上級資格者の育成 / ③KCWA CONTESTの開催……等のため、有志39名が東山会館に集まり正式に今日の会として発足しました。2016年4月1日で創立30周年を迎えました。活動内容は

①初級CW QSO教室の開催（関西ハムセミナー+JARL 京都府支部共催）

②上級ハム国試対策講習会の開催（関西ハムセミナー+JARL 京都府支部共催）

③KCWA CONTESTの開催（JARL 京都府支部共催）

④機関誌 「電信」の発行

⑤親睦会として野外移動運用、アイボールミーティングの開催／等を運営の方針としています。

①②③等 JARL 京都府支部共催行事4件中3件を主催しており、CWの啓蒙と普及等について多大な実績を上げてきたものと自負すると共に、そのレベルの高さを誇れる名誉なことです。

実施報告としてホームページ <http://www.jarl.com/kcwa/>に掲載されていますのでご覧下さい。

### 2. KCWA ROLL CALLについて

京都CW愛好会では電信バンド防衛、CWの啓蒙と普及、会員募集、会員間の親睦等の目的でロールコールを行っています。チェックインは会員非会員不問で、どなたでも参加できます。毎週火曜日/周波数144.09MHz 付近/時間 21:00~23:00頃まで行っています。チェックイン局数により時間延長、早期終了があります。キー局(変更有)は、北は南丹市から南は木津川市山城町、東は伏見区、宇治市、西は高槻、茨木市から出ますのでメリット交換をかねてチェックインして下さい。

チェックインは毎週15局位で約5~10分位の交信です。内容はメリット交換、極簡単な近況報告、……。勿論和文ですが、欧文でも受け付けます。付録のCD-Rに実際の交信の様子、応答の模擬交信例があります。もし受信できれば応答してみてください。

### 3. 編集後記

例題問題だけの学習では合格は無理ですし、限界があります。例題から応用力を身につけてこそ合格が保証されます。応用力を身につけるには反復学習しかありません。継続は力なり>(\*^\_^\*)

今日の学習で理解できなくて当然だと思います。専門家でもないあなたがその為に来たのですからね。宿題を持ち帰った方が自分にとってはプラスになったのではないのでしょうか？ これこそが本来の「アマチュア無線業務」ではないのでしょうか？ 分からないところは、じっくり家で学習して下さい。

「今日、良く理解できた」ということは逆をいえば「復習にはなったが何ら得るものがなかった。あまり勉強にならなかった。知っていることばかりであってつまらなかった。程度(レベル)が低かった、時間の無駄だった」のではないのでしょうか？ 長時間かけて沢山の本を買って読んで勉強していたのでは元が取れません。予備校のようなものですから、いかに短期間に金をかけずに合格するかです。1日でも早く合格して、こんな訳のわからない数学、法律から解放されてハイパワー1kW局の免許を手にして下さい。分からないところは先輩に教えてもらうか、計算手順を暗記、答えを暗記して下さい。それこそ合格への早道です。本テキストは自分なりに再編集して使いやすいようにして下さい。ソースファイルにはプロテクトはかかっていますので自分で再編集可能です。

付録のCD-Rに平成14年から現在までの過去問が入っています。それをすべて解いて下さい。10回くらい繰り返し、答えを覚えるまで挑戦してください。

市販の高い本を買う必要はありません。なんと よく頑張っただけでここまで読み進んでこられましたね！ もう1級にも手が届くところまで来ました。あと一頑張りです。

「ハローCQフレンド各局入感有や 1級とったどー——！」と叫べるよう頑張ってください。(〜o〜)

### 4. 発行記録

平成29年 第31回上級ハム国試対策講習会の無線工学計算問題限定テキスト

／第31巻通巻31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／ [ja3pua@jarl.com](mailto:ja3pua@jarl.com)／

ファイル名／H29上級ハム国対講習会テキスト.docx 9.8MB

### 5. 参考文献

楽しくおぼえる1アマ攻略/CQ 出版社/1999年12月1日： 第1級ハム解説付き問題集/CQ 出版社

/1999年6月1日： 第1級ハム国家試験問題集2006/2007/CQ 出版社/2006年9月1日：

新上級ハムになる本/CQ 出版社/2006年2月1日：wikipedia より