

受験番号	
------	--

令和5年度  
専攻科入学者選抜学力検査問題(前期)  
機械・電気システム工学専攻  
専門(電気電子工学系)

総 得 点	

出題5問中、4問を選択し解答すること。  
なお、選択した問題4問の番号を下の□に記入すること。

選択した4問の番号				
得 点 欄	※	※	※	※

※印欄は、記入しないでください。

(注 意)

- 1 検査問題用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 検査問題用紙は 1 ページから 5 ページまでである。  
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 定規、コンパス、物差し、分度器及び計算機は用いないこと。
- 4 受験番号は検査問題表紙及び全ての検査問題用紙に記入すること。

久留米工業高等専門学校

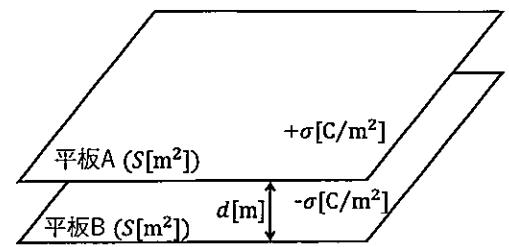
受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題1. 図1のように、面積 $S[m^2]$ 、間隔 $d[m]$ で、真空中に平行におかれている2枚の導体平板A、Bからなるコンデンサーがある。平板A、Bは、電荷面密度 $+\sigma[C/m^2]$ 、 $-\sigma[C/m^2]$ でそれぞれ帯電している。平板の面積 $S$ は十分大きいとし、平板周囲での電界の乱れはないものとする。以下の問いに答えよ。また、真空の誘電率は、 $\epsilon_0[F/m]$ とする。(25点)

(1) 平板間の電界の大きさ $E[V/m]$ を答えよ。



(2) 平板A、Bの電位差 $V[V]$ を答えよ。

(3) 平板間に、電荷量 $Q[C]$ の点電荷をおいたとき、この点電荷の受ける力の大きさ $F[N]$ を答えよ。

(4) このコンデンサーの静電容量 $C[F]$ を答えよ。

(5) このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー $U[J]$ を答えよ。

(6) 平板Aと平板Bの間の中央に、同じ面積、厚さ $\frac{1}{3}d[m]$ の帯電していない導体Kを、平板Aと平板Bに平行に置く。このときの平板A、導体K間の電界 $E'[V/m]$ を答えよ。

(7) (6) のとき、平板A、Bの電位差 $V'[V]$ を答えよ。

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題2. 高電圧の発生や測定に関して、以下の問いに答えよ。(25点)

- (1) 図1は直流高電圧を発生する回路である。回路の名称を次の(ア)～(エ)の中から選び、解答欄に記入せよ。また、十分に時間が経過した場合について、コンデンサ $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ の電圧 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ および直流出力電圧 $V_0$ の数值を解答欄に記入せよ。ただし、変圧器の出力側交流電圧の波高値 $V_m$ を3kVとし、回路内の損失は無視できるものとする。

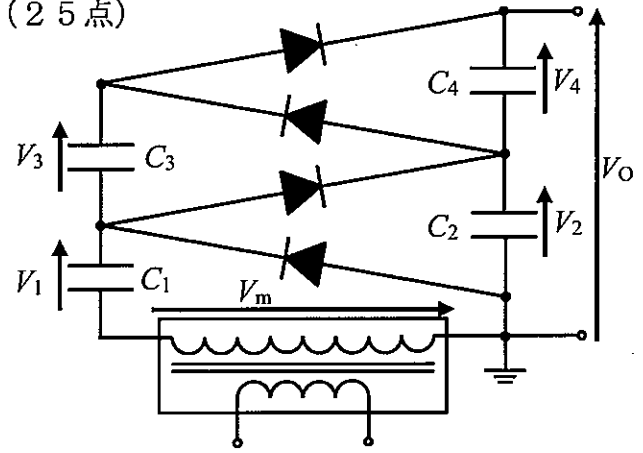


図1

- (ア) マルクス回路
- (イ) コッククロフトーウォルトン回路
- (ウ) ビラード回路
- (エ) インバータ回路

回路名称：	$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	$V_4 =$	$V_0 =$
-------	---------	---------	---------	---------	---------

- (2) 図2は直流高電圧を発生するファン・デ・グラフ発電機の原理図である。直流高電圧を発生する金属球電極の半径を $R$ として、球表面の電界 $E$ と球の電位 $V$ の関係を求め、解答欄に記入せよ。さらに、この機器で900kVを発生するためには、球電極の半径 $R$ の値をどのように決めればよいか、解答欄に記入せよ。ただし、電界の計算において、球電極が無限に広い空気中にあり、絶縁ベルトなど周囲にある物体の影響は無視できるとする。また、空気中のコロナ放電開始電界 $E_c$ を30kV/cmとする。

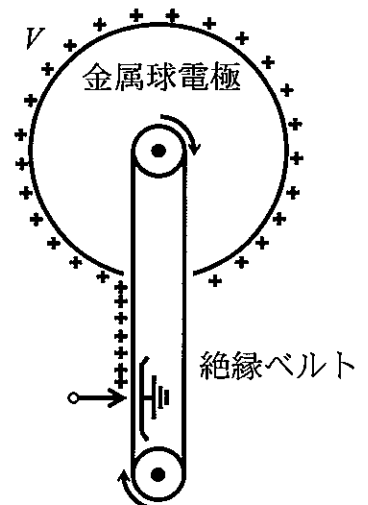


図2

$E$ と $V$ の関係：	$R$ の範囲：
----------------	----------

- (3) 図3に示すように、等しい静電容量 $C$ をもつコンデンサを $n$ 個直列に接続し、静電容量分圧法によって交流高電圧 $V$ を測定する。接地側コンデンサ1個の両端に、静電容量 $C_1$ の静電電圧計を接続した場合について、図3の(a)の部分の合成静電容量 $C_0$ および静電電圧計の測定電圧 $V_1$ を求め、数式を解答欄に記入せよ。

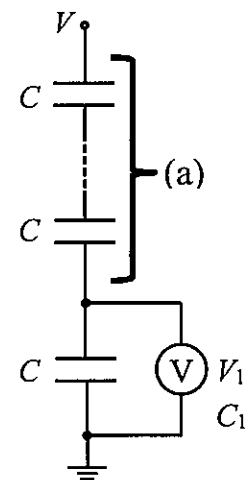


図3

$C_0 =$	$V_1 =$
---------	---------

得	点

問題3. 図1の抵抗 ( $R$ ) とキャパシタンス ( $C$ ) とインダクタンス ( $L_1$ )、そして交流電源 (電圧  $\dot{E}$ ) から構成される交流回路に、インダクタンス ( $L_2$ ) を接続する場合をテブナンの定理を用いて考えたい。以下の問いに答えよ。ただし、電源の角周波数は  $\omega$  とする。(25点)

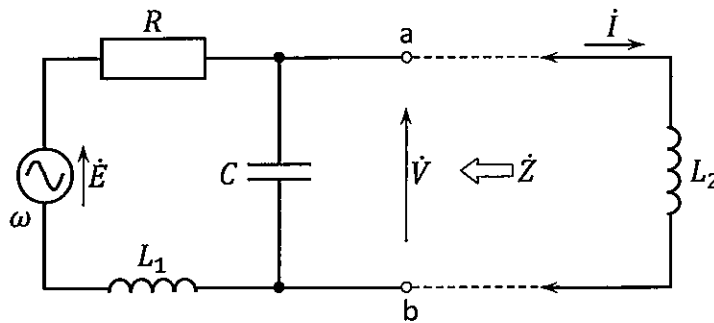


図1

- (1) この回路の端子 a-b から電源側を見たインピーダンス  $\dot{Z}$  と端子間電圧  $\dot{V}$  を求めて答えよ。解答は適切なものを下枠の選択肢からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 (1) に記号を記入せよ。
- (2) 端子 a-b に図1の破線のようにインダクタンス  $L_2$  を接続した時に、 $L_2$  に流れる電流  $i$  を求めて答えよ。解答は適切なものを下枠の選択肢から1つを選び、解答欄 (2) に記号を記入せよ。
- (3) 上記の (2) のインダクタンス  $L_2$  を接続した回路における直列共振時の条件を  $L_2$  と  $\omega$  について求めて答えよ。解答は適切なものを下枠の選択肢からそれぞれ1つを選び、解答欄 (3) に記号を記入せよ。

【解答欄】	(1)		(2)	(3)	
	$\dot{Z}$	$\dot{V}$		$L_2$	$\omega$

【選択肢】

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| (ア) $\frac{R + j\omega L_1}{(1 + \omega^2 L_1 C) + j\omega CR}$                       | (イ) $\frac{R + j\omega L_1}{(1 - \omega^2 L_1 C) + j\omega CR}$                       | (ウ) $\frac{R + j\omega C}{(1 + \omega^2 L_1 C) + j\omega CR}$                         | (エ) $\frac{R + j\omega C}{(1 - \omega^2 L_1 C) + j\omega CR}$                         |
| (オ) $\frac{\dot{E}}{(1 + \omega^2 L_1 C) - j\omega CR}$                               | (カ) $\frac{\dot{E}}{(1 - \omega^2 L_1 C) - j\omega CR}$                               | (キ) $\frac{\dot{E}}{(1 + \omega^2 L_1 C) + j\omega CR}$                               | (ク) $\frac{\dot{E}}{(1 - \omega^2 L_1 C) + j\omega CR}$                               |
| (ケ) $\frac{\dot{E}}{R(1 + \omega^2 L_2 C) + j\omega(L_1 + L_2 - \omega^2 L_1 L_2 C)}$ | (コ) $\frac{\dot{E}}{R(1 + \omega^2 L_2 C) + j\omega(L_1 + L_2 + \omega^2 L_1 L_2 C)}$ | (サ) $\frac{\dot{E}}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega(L_1 + L_2 - \omega^2 L_1 L_2 C)}$ | (シ) $\frac{\dot{E}}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega(L_1 + L_2 + \omega^2 L_1 L_2 C)}$ |
| (ス) $L_2 = \frac{L_1}{1 - \omega^2 L_1 C}$  | (セ) $L_2 = \frac{L_1}{1 + \omega^2 L_1 C}$  | (ソ) $L_2 = \frac{L_1}{\omega^2 L_1 C - 1}$  | (タ) $\omega = \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$   |
| (チ) $\omega > \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$   | (ツ) $\omega < \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$   | (テ) 適切なものはない  |   |

得	点

問題4. 図1のnMOSトランジスタを用いた増幅回路において、 $V_{DD} = 12V$ 、 $R_1 = 36k\Omega$ 、 $R_2 = 12k\Omega$ 、 $R_D = 3k\Omega$ 、 $R_L = 6k\Omega$ である。 $C_1$ 、 $C_2$ の値は限りなく大きいとする。  
以下の問いに答えよ。(25点)

(1) 図1の回路の直流成分のみを考慮した回路を図2に示す。図3はnMOSトランジスタの特性を示すグラフである。点Aと点Bを結ぶ線は回路の直流負荷線となる。点A、点Bの座標はそれぞれいくらか答えよ。

(  $V_{DS}$  [V] ,  $I_D$  [mA] )  
 点A : (                      ,                      )  
 点B : (                      ,                      )

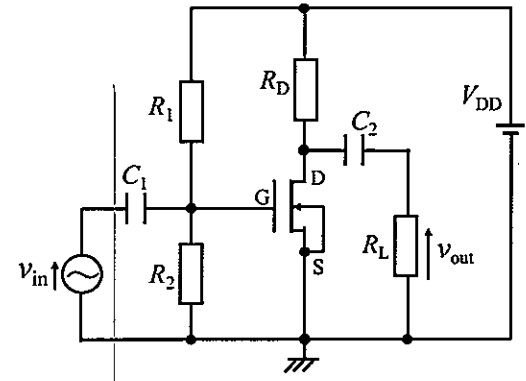


図1

(2) 図3のa、b、c三点のうち、直流動作点はどれか選べ。

(あ) a      (い) b      (う) c

(3) 図1の回路の小信号等価回路を描け。ただし、図4を参照せよ。

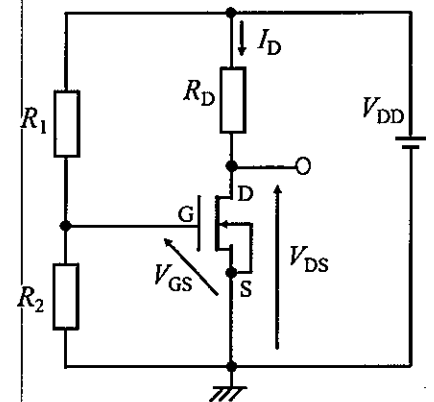


図2

(4) 問(3)の等価回路より回路の入力インピーダンスZおよび小信号電圧増幅率 $A_v$ を数値で答えよ。ただし、 $g_m = 20mS$ とする。

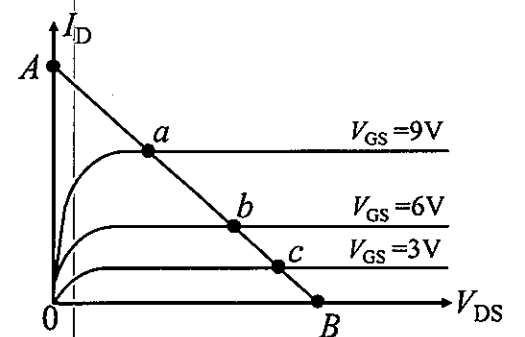


図3

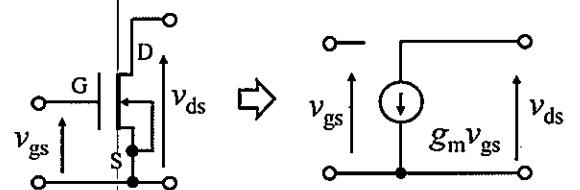


図4

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題5. 情報処理に関する次の問いについて、答えを解答群の記号(ア)～(オ)から選び、記号を○で囲め。ただし、論理式の・は論理積(AND)、+は論理和(OR)、上線 $\bar{\quad}$ は否定(NOT)である。(25点)

(1) 次の16進数を10進数に変換したものはどれか。

BC.D

【解答群】

(ア) 368.125 (イ) 188.8125 (ウ) 368.875 (エ) 188.6875 (オ) 368.625

(2) 次の論理式を簡単化したものはどれか。

$$Z = \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D$$

【解答群】

(ア)  $A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D}$  (イ)  $A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot C$  (ウ)  $A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot C$   
 (エ)  $A \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$  (オ)  $A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$

(3) 前問(2)において、 $X = (ABCD)$ を4ビットの2進数10進数とみなすと、 $X$ が6以上9以下(すなわち、 $ABCD$ が0110以上1001以下)のときに限り $Z = 1$ となる。さらに $ABCD = 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111$ を冗長(禁止入力)とみなすことにより、論理式 $Z$ を簡単化したものはどれか。

【解答群】

(ア)  $A$  (イ)  $B$  (ウ)  $A \cdot B + C \cdot D$   
 (エ)  $A + B \cdot C$  (オ)  $A \cdot B + B \cdot C$

(4) 次のARMのアセンブラを実行したときR0レジスタに入る値はどれか。ここで、プログラムの左端の数字は行番号である。なお、MOV: Move, ADD: Add, LSL: Logical Shift Left, B: Branch, BEQ: Branch Equalである。

1	.global _start	11	done:	【解答群】
2	_start:	12	MOV R0, R1	(ア) 128
3	MOV R0, #1	13	MOV R7, #1	(イ) 64
4	MOV R1, #0	14	SWI 0	(ウ) 5
5	while:			(エ) 6
6	CMP R0, #64			(オ) 7
7	BEQ done			
8	LSL R0, R0, #1			
9	ADD R1, R1, #1			
10	B while			