

受検番号	
------	--

令和4年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(後期)
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の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、分度器および計算機は用いないこと。
- 4 受検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

得	点

問題1. 以下の問いに答えよ。ただし、電子の電荷量を $-e$ [C]、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]、真空の透磁率を μ_0 [H/m]、円周率を π とする。(25点)

- (1) 1Vの電位差のある2点間で、電子1個が加速されるとき、電子が得るエネルギーは何 [J]であるか答えよ。
- (2) 2個の電子を無限遠の距離を隔てて、それぞれ置き、ゆっくりと互いに近づけていった。電子間距離が、無限遠から X [m]のところまで運ぶために必要な仕事 W [J]を答えよ。また、電子間距離が d [m]のところまで運ぶときには、1eVの仕事が必要であった。この場合における d [m]を答えよ。

- (3) 図1のように、真空中の xy 平面上に、無限長の導線1が $y = -a$ [m]の位置に、導線2が $y = +a$ [m]の位置に、 x 軸に平行におかれている。導線1には、 x 軸負方向に、導線2には、 x 軸正方向に I [A]の電流が、それぞれ流れている。

原点の磁界 $\mathbf{H} = (H_x, H_y, H_z)$ [A/m]、

原点の磁束密度 $\mathbf{B} = (B_x, B_y, B_z)$ [T]、

導線2の単位長さあたりにはたらく力 $\mathbf{F} = (F_x, F_y, F_z)$ [N]

をそれぞれ答えよ。

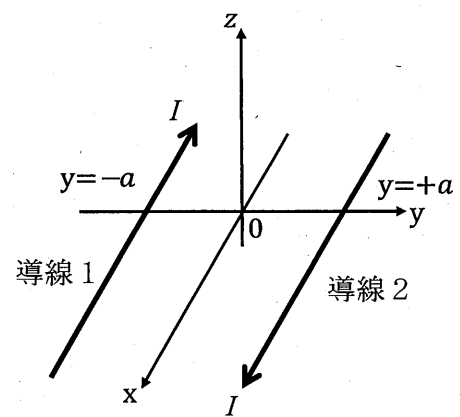


図1

得	点

問題2. 図1に示すインパルス電圧発生回路について、以下の問いに答えよ。ただし、変圧器 T の高圧側交流電圧実効値を 2.00 kV とし、また回路内の損失を全て無視する。(25点)

(1) 回路の名称を、次の(ア)～(エ)の中から選び、記号を丸で囲め。

- (ア) コッククロフトーウォルトン回路
- (イ) マルクス回路
- (ウ) ビラード回路
- (エ) バンデグラフ回路

(2) 変圧器に交流電圧が印加されて十分時間が経過した後、始動ギャップ G_s を放電する前のコンデンサ C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 の電圧 V_{C1} 、 V_{C2} 、 V_{C3} 、 V_{C4} の電圧値を、次の(ア)～(エ)の中から選び、記号を丸で囲め。

- (ア) $V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4} = 1.00 \text{ kV}$
- (イ) $V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4} = 2.00 \text{ kV}$
- (ウ) $V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4} = 1.41 \text{ kV}$
- (エ) $V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4} = 2.83 \text{ kV}$

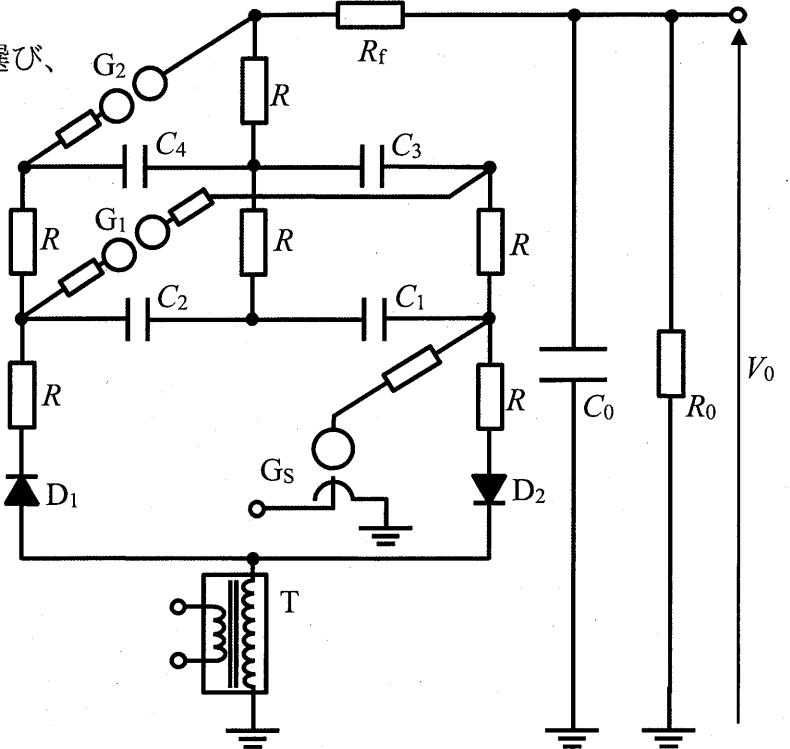


図1

(3) 始動ギャップ G_s を放電した直後にギャップ G_1 に加わる電圧 V_1 、その後に G_1 が放電してギャップ G_2 に加わる電圧 V_2 、その後に G_2 が放電して負荷 R_0 に加わる電圧 V について、それぞれピーク値を計算し、回答欄に数値を記入せよ。ただし、ギャップが放電する時間内で、抵抗を通して流出する電荷を無視する。

$V_1 =$	$V_2 =$	$V =$
---------	---------	-------

(4) 図1の出力電圧 V_0 の波形の一例を図2に示す。波頭長 T_f と波尾長 T_t を読み取り、回答欄に数値を記入せよ。

$T_f =$	$T_t =$
---------	---------

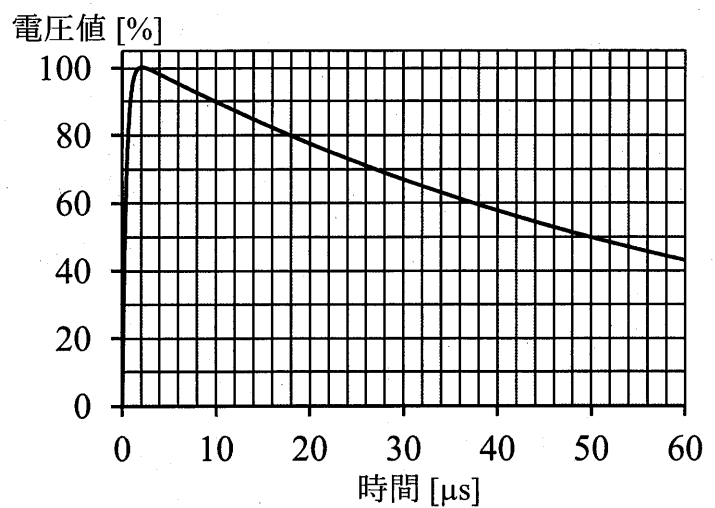


図2

受検番号	
------	--

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3. 図1は、抵抗 R 、インダクタンス L のコイル、キャパシタンスが C_1, C_2 の2つのコンデンサと電圧 \dot{E} の交流電源で構成された交流回路である。以下の問いに答えよ。ただし、電源角周波数を ω とする。(25点)

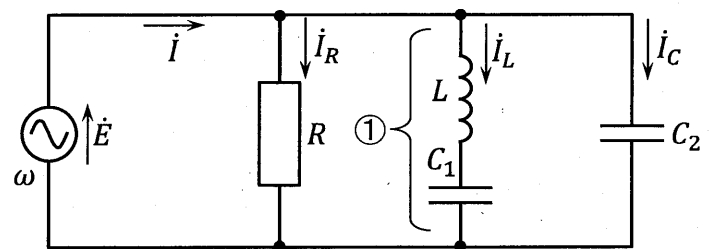


図1

- (1) この回路中のインダクタンス L とキャパシタンス C_1 の直列接続部①の合成インピーダンス Z_1 が誘導性となる条件を答えよ。解答は適切なものを下枠の選択肢から選び、解答欄(1)に記号を記入せよ。
- (2) この回路の電源部以外の合成アドミタンス Y を答えよ。解答は適切なものを下枠の選択肢から選び、解答欄(2)に記号を記入せよ。
- (3) 直列接続部①の合成インピーダンス Z_1 が誘導性である場合、この交流回路が並列共振するために必要な電源角周波数 ω を表す式を答えよ。ただし、 $\omega L - 1/\omega C_1 \neq 0$ とする。解答は適切なものを下枠の選択肢から選び、解答欄(3)に記号を記入せよ。

【解答欄】

(1)	(2)	(3)

【選択肢】

- | | | |
|--|--|-----------------------------------|
| (ア) $\omega LC_1 < 1$ | (イ) $\omega LC_1 > 1$ | (ウ) $\omega^2 LC_1 < 1$ |
| (エ) $\omega^2 LC_1 > 1$ | | |
| (オ) $1/R + j\omega \left\{ \frac{(1/L + C_2 - \omega^2 LC_1 C_2)}{(1 - \omega^2 LC_1)} \right\}$ | (カ) $1/R + j\omega \left\{ \frac{(1/L + C_1 - \omega^2 LC_1 C_2)}{(1 - \omega^2 LC_1)} \right\}$ | |
| (キ) $1/R + j\omega \left[\frac{\{LC_1(C_1 + C_2) - \omega^2 LC_1 C_2\}}{(1 - \omega^2 LC_1)} \right]$ | (ク) $1/R + j\omega \left\{ \frac{(C_1 + C_2 - \omega^2 LC_1 C_2)}{(1 - \omega^2 LC_1)} \right\}$ | |
| (ケ) $\sqrt{C_2/LC_1(C_1 + C_2)}$ | (コ) $\sqrt{C_1/LC_2(C_1 + C_2)}$ | (サ) $\sqrt{LC_1(C_1 + C_2)/C_2}$ |
| (シ) $\sqrt{LC_2(C_1 + C_2)/C_1}$ | (ス) $\sqrt{(C_1 + C_2)/LC_1 C_2}$ | (セ) $\sqrt{LC_1 C_2/(C_1 + C_2)}$ |

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4. 図1のnMOSトランジスタを用いた基本増幅回路において、 $V_{DD}=12\text{V}$ 、 $R_D=50\text{k}\Omega$ である。
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。この直流のみを考慮した回路において、 R_D に流れる電流 $I_D=50\mu\text{A}$ である。出力電圧 V_{OUT} はいくらか答えよ。

$V_{OUT} =$

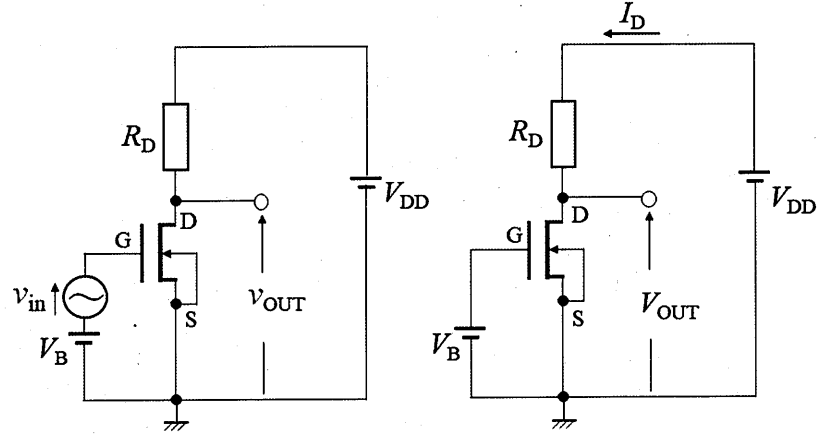


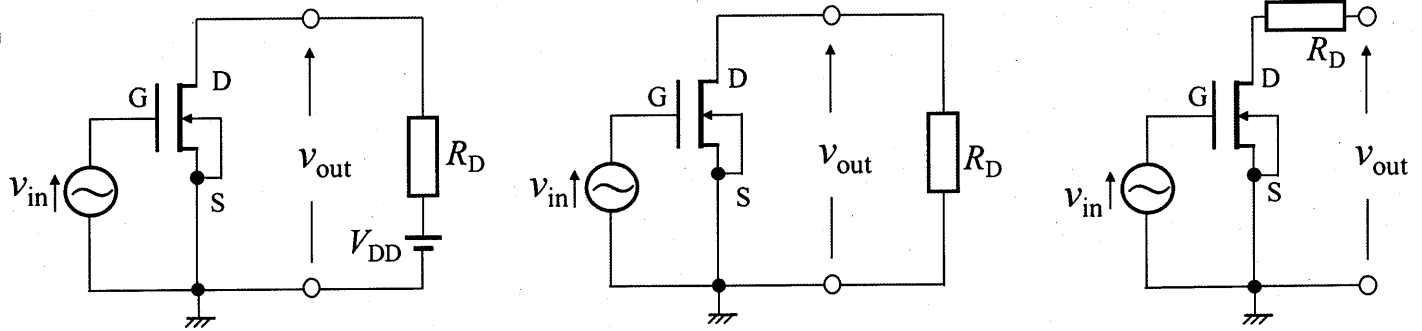
図1 図2

- (2) 図2において、トランジスタが飽和領域で動作している時の $I_D[\text{A}]$ を表す式が正しいのはどれか下記から選べ。ただし、 $V_{TH}[\text{V}]$ はトランジスタのしきい値電圧、 $K[\text{S/V}]$ は定数である。

(ア) $I_D = K(V_B - V_{TH})$ (イ) $I_D = K(V_B - V_{TH})^2$ (ウ) $I_D = K(V_B - V_{TH})^3$

解答

- (3) 交流成分のみを考慮した回路図で、正しいのはどれか下記の図から選べ。



図A 図B 図C

解答

- (4) 小信号等価回路を描け。ただし、図3を参照せよ。

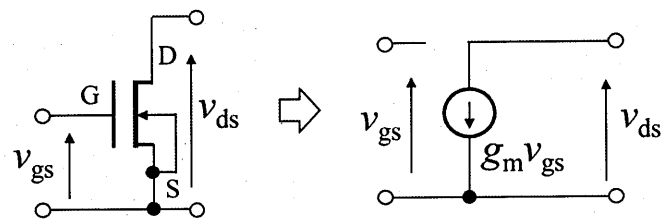


図3

- (5) 問(4)の等価回路より小信号電圧増幅率 A_v を数値で答えよ。ただし、 $g_m=200\mu\text{S}$ とする。

$A_v =$

受検番号	
------	--

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) 次の計算は何進法で成立するか。

$$131 - 45 = 53$$

【解答群】

(ア) 5 (イ) 6 (ウ) 7 (エ) 8 (オ) 9

(2) 次の論理式を簡単化したものはどれか。

$$F = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

【解答群】

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

(3) 次の図1のデジタル回路の名称として適切なものはどれか。

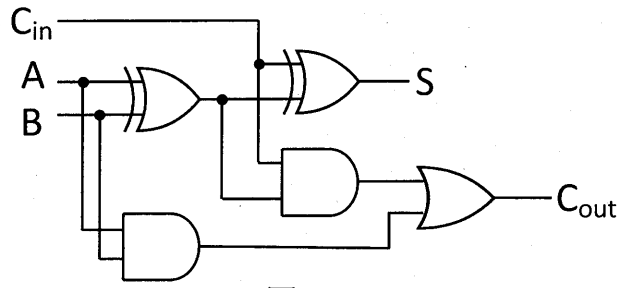


図1

【解答群】

- (ア) マルチプレクサ
- (イ) デマルチプレクサ
- (ウ) オーバーフロー検出器
- (エ) 半加算器
- (オ) 全加算器

(4) 次のARMのアセンブラを実行したときR0レジスタに設定される値はどれか。ただし、ARMはリトルエンディアンに設定されている。なお、MOV: Move, LDR: Load Register, STR: Store Register, LDRB: Load Register Byte である。

```

.global _start
_start:
    LDR    R1, =var1
    LDR    R1, [R1]
    LDR    R2, =var2
    STR    R1, [R2]
    LDRB   R0, [R2, #1]

_exit:
    MOV    R7, #1
    SWI    0

.balign 4
.data
var1: .word 0x01020304
var2: .word 0
    
```

【解答群】

- (ア) 0x00
- (イ) 0x01
- (ウ) 0x02
- (エ) 0x03
- (オ) 0x04