

電子システム工学基礎実験 報告書

グループ： _____

実験題目 _____ 電子回路とマイコン（サブレポート）

報告者 第 1 班 学生番号 21121001 氏名 浅井 雅史

メールアドレス b1121001@edu.kit.ac.jp

共同実験者	学生番号	氏名
	_____	_____
	学生番号	氏名
	_____	_____
	学生番号	氏名
	_____	_____
	学生番号	氏名
	_____	_____

実験実施日	2022	年	12	月	8	日	天候	曇り	温度	14	℃	湿度	43	%
報告書提出	(第1回目)	2023	年	01	月	12	日	⇒	受理	/	要再提出			
	(第2回目)		年		月		日	⇒	受理	/	要再提出			
報告書受理日	(最終)		年		月		日							

報告書提出者の自己チェック欄(できていれば□にチェックせよ)

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> 実験結果は示されているか？ | <input checked="" type="checkbox"/> 図表の書き方・まとめ方は適切か？ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 考察は十分になされているか？ | <input checked="" type="checkbox"/> 演習問題はできているか？ |
| <input checked="" type="checkbox"/> レポートとしての体裁は適切か？ | |

[注意] ・自己チェック欄が未記入のレポートは内容を見ずに返却する
・自己チェック欄と内容に相違があるものは、その程度に応じて減点する

[報告書に対する教員の所見]	[所見に対する報告者の回答]
<input type="checkbox"/> 図表の体裁に不備がある ()	
<input type="checkbox"/> 実験結果のまとめ方が適切でない ()	
<input type="checkbox"/> 結果に対する考察が不足している ()	
<input type="checkbox"/> 演習問題が解答されていない ()	
<input type="checkbox"/> レポートとしての体裁が整っていない ()	
裏面に続く	裏面に続く

問題 1

電子回路によく使われるコンデンサには，電解コンデンサとセラミックコンデンサがある．両者の周波数特性とその用途を調べよ．

電解コンデンサとセラミックコンデンサの周波数特性は図 1 に示す．また，電解コンデンサとセラミックコンデンサの用途は以下のとおりである．

- 電解コンデンサの用途
平滑用，デカップリング用
- セラミックコンデンサの用途
平滑用，カップリング用，デカップリング用，高周波回路

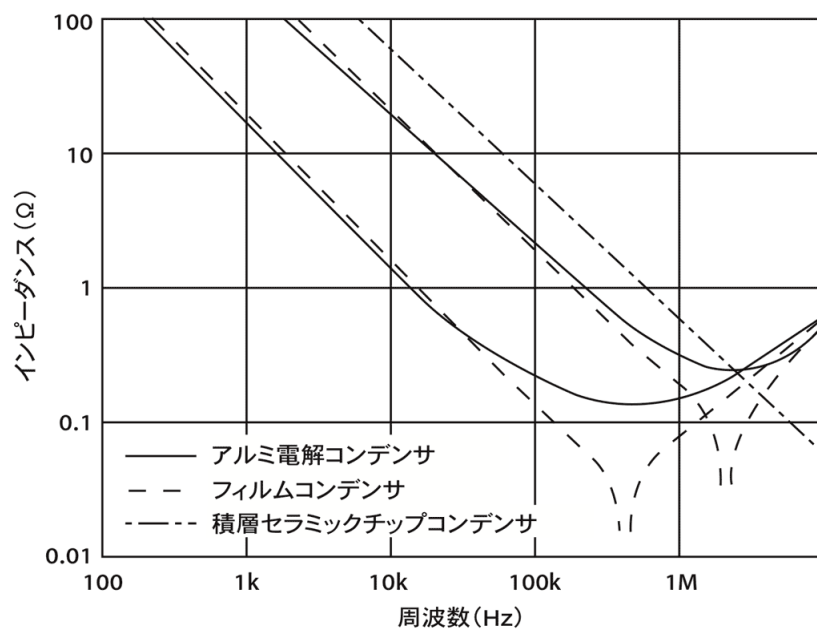


図 1 電解コンデンサとセラミックコンデンサの周波数特性

問題 2

ダイオードの逆方向降伏電圧を用いて一定の電圧を発生するダイオードをなんと呼ぶか？

ツェナーダイオード

問題 3

LED には、赤、青、緑等に発光するものがある。色の違いが何によるのか、青色ダイオードはなぜ最後に発明されたのかを考察せよ。

- LED の色の違いの原因

光の波長の違いが、LED の発光色を決めており、450 nm 前後が青色、520 nm 前後が緑色、660 nm 前後が赤色に見える。さらに、この光の波長は、Ga(ガリウム)、N(窒素)、In(インジウム)、Al(アルミニウム)、P(リン) など、LED の半導体を構成する化合物によって決まる。

- 青色ダイオードが最後に開発された原因

青色ダイオードの材料となる化合物半導体、窒素ガリウムとサファイアの原子の間隔の差が大きく、きれいな結晶を作るのが難しかったためである。結晶の作成に成功した後も、ホールを生み出すマグネシウムに、水素原子がくっついて邪魔をしていたために、p 型のホールがうまく動かなかったために青色ダイオードの発明が難航した。

問題 4

16 進数の 1F5B を 2 進数、10 進数にそれぞれ直せ。また、10 進数の 300 を 16 進数、2 進数にそれぞれ直せ。

$$(1F5B)_{16} = (1111101011011)_2 = (8027)_{10}$$

$$(300)_{10} = (12C)_{16} = (100101100)_2$$

問題 5

$C_3 - C_1 < 0$ の場合、出力の 2 進数の 2 の補数を取ることで、 $|C_3 - C_1|$ の正の数を得られることを計算により確認せよ。

C_3 を 0x55, C_1 を 0x08 とすると出力は $(11111101)_2 = (-3)_{10}$ となった。この出力の 2 の補数をとると $(00000011)_2 = (3)_{10}$ と求められる。よって、 $C_3 - C_1 < 0$ の時、2 の補数をとると $|C_3 - C_1|$ の正の数を得られることができた。

問題 6

この FF はクロックの立ち上がりで D を取り込むポジティブエッジトリガ型か、クロックの立ち下がりでも D を取り込むネガティブエッジトリガ型のどちらか？

与えられた FF はポジティブエッジトリガ型である。

問題 7

クロック周波数を上げていくと、LED の点滅が認識できず、点灯状態に見える。点灯状態に見える最低の周波数はいくらか？ この周波数と、映画やテレビなどの動画のフレームレートの関係性を調べよ。

Cube-D での実験上では、点灯状態に見える最低の周波数は 70Hz であった。

一般的な映画やテレビのフレームレートは 50Hz 以下になっている。fps が上がると動画が滑らかになる一方で、データ量が増えることから用途に合った適切なフレームレートが決められていると考えられる。

図 2 フレームレートの主な種類と一般的な用途

フレームレートの種類	おもな用途
3~5fps	一般的な防犯カメラ・監視カメラ
24fps (23.98fps)	映画
25fps	欧州のテレビやDVD (PAL圏内)
30fps (29.97fps)	日本のテレビやDVD (HTSC圏内)
50fps	欧州の4K・8KテレビやDVD (PAL圏内)
60fps (59.94fps)	日本の4K・8KテレビやDVD (HTSC圏内)
120 (119.88fps) ~240fps	一部のスポーツ用途カメラ、ゲームや3D映画など

問題 8

フリップフロップのメタステーブルについて調べよ。

フリップフロップに入力されるデータ信号は、安定動作の要件としてクロックと入力信号の間にセットアップタイムとホールドタイムなどのタイミング規定が設けられており、クロックの立ち上がりのタイミングでセットアップタイムとホールドタイムで規定される期間以上に安定している必要がある。この規定を守れない場合、フリップフロップの出力信号は一定期間発振した状態になり、この状態をメタステーブルという。また、非同期入力についてはメタステーブルが発生しても、回路動作に影響を与えないようフリップフロップを複数段配置することで対策する。

問題 9

1 オクターブ上がると周波数はどのように変化するか。＃も含めて、ピアノの鍵盤の隣接する音の関係を調べよ。

1 オクターブ上がると周波数は倍になり、ピアノの鍵盤の隣接する音の関係は、公比 $r = \sqrt[12]{212}$ の等比数列である。

問題 10

マイコンレーサーに搭載のマイクロプロセッサは 16bit 幅の命令長，演算ビット幅，目盛りアクセス空間を持つ．各種マイクロプロセッサの命令長を調べよ．

- 32bit マイコン
 - TMP19A31CYFG(東芝デバイス&ストレージ株式会社)
 - SPC560B40L3(ST マイクロエレクトロニクス株式会社)
- 16bit マイコン
 - MSP430 マイコン (テキサス・インスツルメンツ社)
 - MAXQ(R)RISC マイクロコントローラ (マキシム・ジャパン)
- 8bit マイコン
 - TMP89FH40NG(東芝デバイス&ストレージ株式会社)
 - 78K ファミリ (ルネサスエレクトロニクス株式会社)

問題 11

図 47 をもとに，表 21 のポート名を産めよ．また，表内の GPIO とは何を表すか調べよ．

マイコンのピン配置を表 5 に示す．

GPIO は，General Purpose Input/Output の略で，汎用 I/O ポートとも言われ，GPIO は，I/O のうち、デジタル信号に関するピンのことを指す．

問題 12

集積回路のパッケージ QFP 意外の集積回路のパッケージを調べ，なぜ様々なパッケージが必要なのか考察せよ．

集積回路のパッケージには，DIP，SIP，J リード，グリッドアレー，SO，SOT，TO などがある．また，様々なパッケージがある理由として，基板ごとに素子に求められるサイズや形が異なることや，大量生産に対応する形や精密性を求める形などそれぞれ用途にあった長所や短所があるためだと考えられる．

問題 13

LED 信号機も多数の LED で信号のランプを構成しているが、この LED は一定の周期で点滅している。この周期を調べよ。交通事故などの記録のため、ドライブレコーダーを搭載する車が増えている。「LED 信号機対応」と記載されているドライブレコーダーが販売されている。どのような対策で対応しているのか、対応していないと何が起きるのかを調べよ。

LED 信号機の周波数は、西日本で 60 Hz、東日本で 50 Hz である。LED 信号機に対応していないドライブレコーダーは、シャッタータイミングと信号の点滅タイミングが同期してしまい、信号が長く消えてしまう現象が発生する。「LED 信号機対応」と記載されているドライブレコーダーは、フレームレートを信号機の周期 50 Hz/60 Hz に同期しないように、27~29.5 fps にずらすことで対応している。

問題 14

図 60 には、入力 Input、出力 O_1 、 O_2 ともに、ダイオードが接続されている。このダイオードは保護ダイオードと呼ばれている。この役割を調べよ。

保護ダイオードは、インターフェースなど外部端子から侵入する異常電圧を吸収し、回路の誤動作防止およびデバイスを保護する。静電気・短時間のパルス電圧吸収・抑制対策に用いられる。

参考文献

- [1] 日本ケミコン株式会社 アルミ電解コンデンサのインピーダンス周波数特性 <https://www.chemi-con.co.jp/faq/detail.php?id=29AK1LZ>
- [2] Electrical Information コンデンサの『種類』まとめ！ 特徴などかなり詳しく分類！ <https://detail-infomation.com/capacitor-type/>
- [3] Panasonic LED の発光原理 <https://www2.panasonic.biz/jp/lighting/led/basics/principle.html>
- [4] 日本科学未来館 「青」に捧げた人生～なぜ 30 年もかかったのか？ <https://blog.miraikan.jst.go.jp/articles/201410092014-30.html>
- [5] Canon フレームレート (fps) とは？ <https://canon.jp/business/trend/what-is-framerate>
- [6] Wave Technology 非同期入力はメタステーブル対策が必要 <https://www.wti.jp/contents/blog/blog210106.htm>
- [7] いなブログ ピアノの音律に用いられる 12 平均律とは？ 特徴と周波数比の計算 <https://inalesson.com/equal-temperament/2441/>
- [8] Metoree 32 ビットマイコン 6 選 / メーカー 15 社一覧 <https://metoree.com/categories/32-bits-microcomputer/>
- [9] IndexPro 16 ビットマイコン メーカー 12 社の製品一覧 <https://www.indexpro.co.jp/Category/9>
- [10] Metoree 8 ビットマイコン 5 選 / メーカー 18 社一覧 <https://metoree.com/categories/8-bits-microcomputer/>
- [11] Dospara GPIO とは？ 機能や使用例は？ 組み込み式プログラムでも利用 https://www.dospara.co.jp/5info/cts_str_pc_gpio
- [12] RS Components 半導体パッケージの規格 <https://jp.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideas-and-advice/ic-package-guide>
- [13] LaBoon ドライブレコーダーの LED 信号対策のまとめ <https://car-accessory-news.com/drive-recorder-led/>
- [14] Toshiba ESD 保護用ダイオード <https://toshiba.semicon-storage.com/jp/semiconductor/knowledge/e-learning/discrete/chap2/chap2-6.html>