

第26回高校生ものづくりコンテスト全国大会
北海道ブロック大会電子回路組立部門
当日課題

指示があるまで中は見ないでください。

1 設計製作課題

以下に示す仕様の通り、入力回路を設計し、方眼紙に回路図を書きなさい。その後、支給部品を使用して入力回路を製作しなさい。

(1) 設計製作回路の部品配置

タクトスイッチ（赤）、タクトスイッチ（青）、トグルスイッチ、ジョイスティックを実装する。左右の位置関係が図1の通りであれば、上下の位置は問わない。コネクタについては上部に配置し、左右の位置は問わないが、向きは指定する（▲が1番ピン）。

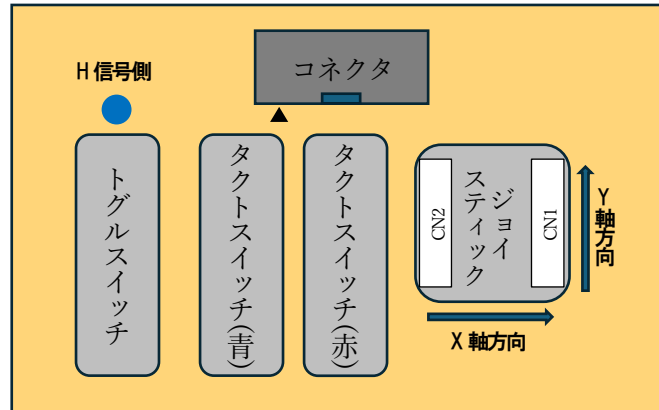


図1 部品面配置図（部品面）

(2) 支給部品一覧

表1 支給部品一覧

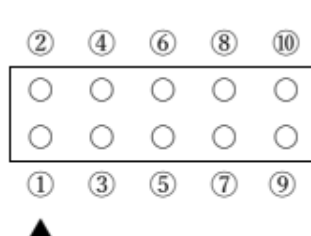
No	部品記号	部品名	型式など	個数
1	PSR	タクトスイッチ（赤）	DTS-63-F-N-V-RED	1
2	PSB	タクトスイッチ（青）	DTS-63-N-V-BLU	1
3	TGL	トグルスイッチ	2MS1-T1-B4-M2-Q-E	1
4	VR1_X VR2_Y	ジョイスティック	AE-JY-DIP(KIT)	1
5	R1～R3	炭素皮膜抵抗	10kΩ 1/4W ±5%	3
6	CN	10Pコネクタ	XG4C-1031	1
7		ユニバーサル基板	ICB-293	1
8		スペーサ・ネジセット	3mmプラネジ、六角スペーサ	1
9		鉛フリーハンダ	φ0.8 Sn-3Ag-0.5Cu	約50cm
10		スズメッキ線	φ0.5	約100cm
11		トグルスイッチ目印シール	丸印（青）シール	1
12		競技番号シール		1

(3) 各部品の実装について

ア 10Pコネクタ

図2に10Pコネクタのピン番号、表1にピンアサインを示す。

表2 コネクタピンアサイン



①	5V	②	N.C.
③	トグルスイッチ TGL	④	N.C.
⑤	タクトスイッチ（青） PSB	⑥	ジョイスティック VR2_Y
⑦	タクトスイッチ（赤） PSR	⑧	ジョイスティック VR1_X
⑨	N.C.	⑩	GND

図2 ピン番号

イ タクトスイッチ

スイッチを押した時、Low信号（0V）となるように実装すること。

ウ トグルスイッチ

トグルスイッチ目印シールを図1の位置に貼付し、シール側をHigh信号（5V）となるように実装すること。また、1回路2接点タイプで足が3ピンであるため、製作するときは、2ピンあるいは3ピンどちらで製作しても構わない。

エ ジョイスティック

DIP化キットを配布するので各自組み立てること。ユニバーサル基板に実装する際には、右側がCN1となるように配置し、未使用のピン(CN2)もハンダ付けすること。ジョイスティックはVR1をX軸方向、VR2をY軸方向とし、X軸方向は右側、Y軸方向は上側にジョイスティックを動かすと電圧が大きくなるように実装すること。

表3 DIP化基板ピンアサイン

CN1	ジョイスティック
○ 3	VR1_X
○ 2	
○ 1	
○ 3	VR2_Y
○ 2	
○ 1	

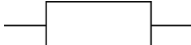
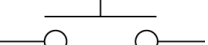
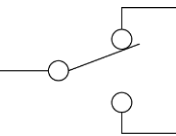
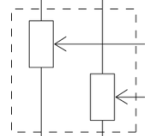
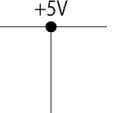
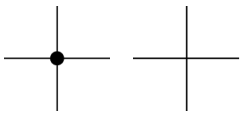
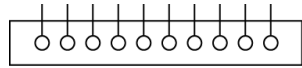
(4) 回路図

ア 作図は定規・テンプレート等を使用しても構わない。

イ 表4で示す指定された図記号を使用すること。

ウ 図面には部品記号、抵抗値、コネクタの端子の番号を記入すること。

表4 使用する図記号

炭素皮膜抵抗 R1～R3	タクトスイッチ PSR, PSB	トグルスイッチ TGL	ジョイスティック VR1_X, VR2_Y
			
電源+5V	GND	接続・交差	10Pコネクタ
			

エ タクトスイッチは使用するリード線番号（T1～T4）を明記すること。

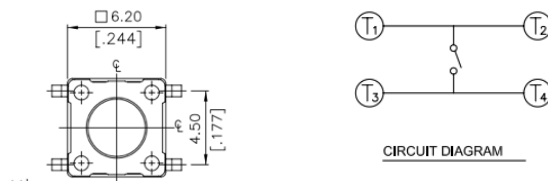


図4 タクトスイッチ 実寸法と回路図（Top View）

オ ジョイスティックは、VR1_X、VR2_Yを破線の四角で囲むこと。

(5) 製作

ア 「第26回高校生ものづくりコンテスト全国大会入力回路①審査基準」に従い製作すること。

イ タクトスイッチ、トグルスイッチ、ジョイスティック、10Pコネクタは、ピンを折り曲げずに取り付けること。

2 各制御対象の状態について

以下の説明をよく読み、制御プログラムを作成しなさい。

(1) タクトスイッチ (赤) PSR、タクトスイッチ (青) PSB

- ア OFF…タクトスイッチを操作していない状態
- イ ON…タクトスイッチを押している状態
- ウ ON/OFF…タクトスイッチを押して離す操作

(2) トグルスイッチ TGL

- ア OFF…目印シールと反対側にスイッチを倒した状態
- イ ON…目印シール側にスイッチを倒した状態

(3) ジョイスティック JOY

- 中央…操作していない状態

(4) 減速機付き DC モータおよび減速機付きステッピングモータの回転

- ア 各モータの回転速度について指定がある場合は、必ずそれに従うこと。低速・高速などの指定では、その違いが目視又は動作音で判断できるようにプログラムを作成すること。
- イ DC モータについて、矢印の方向を①正転(CW)、②逆転(CCW)とする。
- ウ ステッピングモータは時計の文字盤となっているので方向は1時から12時で指示する。各課題プログラム実行前に手動で12時の方向にすること。

(5) 7セグメント LED の表示

7セグメント LED は、表5の通りとする。

表5 7セグメント LED の表示

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	b	C	d	E	F	H	I	L	n
o(オー)	P	-(マイナス)		_(アンダースコア)		.(ドット)			

(6) フルカラーLEDの点灯

点灯する LED の組み合わせによる表示色は表6の通りとする。課題では、「R」などアルファベットのみで指示することがある。明るさの指定がある場合は、その違いが目視で判断できるようにプログラムすること。

表6 フルカラーLEDの表示色

点灯色			表示色
R (赤)	G (緑)	B (青)	
●	●	●	消灯
○	●	●	R (赤)
●	○	●	G (緑)
●	●	○	B (青)
○	○	●	Y (黄)
●	○	○	C (水)
○	●	○	M (紫)
○	○	○	W (白)

○ : 点灯 ● : 消灯

(7) 圧電ブザーの鳴動

圧電ブザーの鳴動について、低音、中音、高音と指定されている場合は音程の違いが判断できるようにすること。鳴動音長について時間が指定されている場合は指定通り、長音、短音のように指定されている場合は鳴動長の違いが判断できるようにすること。単に「鳴動させる」のように指定がない場合は、知覚可能な何らかの音を発するようにすること。音階について周波数の指定はしないので相対的に認識できる範囲であれば可とする。

3 プログラム作成および動作確認／プレ審査

ア 課題は課題 1 から取り組む必要は無く、どの課題から取り組んでも良い。

イ 各課題のプログラム(ソースコード)のファイル名は、指定した名称で保存すること。

ウ 競技終了後、係員の指示により、各課題のプログラムは、支給した USB メモリにコピーして提出すること。プログラムの拡張子は、開発言語に応じたものとするが、テキストエディタでファイルを開くことができるテキスト形式で保存すること。ファイル名は課題冒頭に示す。

エ 各課題について、課題仕様を満たすプログラムを作成しなさい。また、配点は事前に配布した課題配点表の通りとする（部分点あり）。

【制御プログラム課題】

課題は次ページより課題 1 から課題 6 まで 6 問ある。各課題に取り組む前に内容の全体を必ず確認すること。

課題1 デジタル入出力チェック【ファイル名：kadai01】

＜初期状態＞

制御対象	状態	制御対象	状態
7セグメントLED	“123”を表示	タクトスイッチ（赤）	OFF
フルカラーLED	消灯	タクトスイッチ（青）	OFF
圧電ブザー	無音	トグルスイッチ	任意（ON又はOFF）
DCモータ	停止（フリー状態）	ジョイスティック	中央（無操作）
ステッピングモータ	停止（未使用）	フォトインタラプタ	カウント0

1 LEDテスト

電源を入れた直後、7セグメントLEDに「123」を表示する。

2 タクトスイッチ入力テスト

タクトスイッチ（青）とタクトスイッチ（赤）を以下の表7に示す通りに7セグメントLEDを表示しなさい。

表7 スイッチ入力に対する7セグメントLEDの表示

タクトスイッチ（青）	タクトスイッチ（赤）	7セグメントLED
ON	ON	AbC
ON	OFF	456
OFF	ON	789
OFF	OFF	123

課題2 キャリブレーション（アナログ入力チェック）【ファイル名：kadai02】

＜初期状態＞

制御対象	状態	制御対象	状態
7セグメントLED	“CAL” を表示（1秒間）	タクトスイッチ（赤）	OFF
フルカラーLED	R（赤）点灯	タクトスイッチ（青）	OFF
圧電ブザー	無音	トグルスイッチ	任意（ON又はOFF）
DCモータ	停止（フリー状態）	ジョイスティック	中央（無操作）
ステッピングモータ	停止（未使用）	フォトインタラプタ	カウント0

1 キャリブレーション

- (1) 電源を入れた直後、7セグメントLEDに「CAL」を表示し、フルカラーLEDをR（赤）点灯させる。点灯時間は1秒とする。
- (2) ジョイスティックのX軸およびY軸の値を複数回読み取って平均化し、それを「中央の基準値」として記憶すること。さらに、AD変換の分解能(最大値)に対して±15%程度の範囲を「不感帯（デッドゾーン）」として設定し、以降の課題においてはこの範囲内の入力変動を『操作なし（変化量0）』として扱うこと。」完了を知らせるため、フルカラーLEDをW（白）で点灯させる。

2 待機状態:

7セグメントLEDに「End」と1秒間表示し、以降の入力を待機する状態を維持する。

3 X軸のキャリブレーション確認

トグルスイッチOFFの時、ジョイスティックX軸の状態を監視し、現在の入力値が不感帯（デッドゾーン）の範囲内であればフルカラーLEDをW（白）で点灯のまま、範囲外に傾けた場合はG（緑）を点灯させる。7セグメントLEDにジョイスティックX軸の現在の入力値を表示する。最小値は0(右詰め)、最大値は999とする。また、タクトスイッチ(青)を押している間はX軸の中央の基準値を表示する。

4 Y軸のキャリブレーション確認

トグルスイッチONの時、ジョイスティックY軸の状態を監視し、現在の入力値が不感帯（デッドゾーン）の範囲内であればフルカラーLEDをW（白）で点灯のまま、範囲外に傾けた場合はB（青）を点灯させる。7セグメントLEDにジョイスティックY軸の現在の入力値を表示する。最小値は0(右詰め)、最大値は999とする。また、タクトスイッチ(赤)を押している間はY軸の中央の基準値を表示する。

表8 キャリブレーション確認

トグルスイッチ	監視対象	フルカラーLED		7セグメントLED タクトスイッチ
		デッドゾーン (中央値±15%) 範囲内	デッドゾーン (中央値±15%) 範囲外	
OFF	ジョイスティック X軸	W（白）	G（緑）	ジョイスティックX軸の 入力値0～999 タクトスイッチ（青）ONで中央値
ON	ジョイスティック Y軸	W（白）	B（青）	ジョイスティックY軸の 入力値0～999 タクトスイッチ（赤）ONで中央値

課題3 DCモータ制御【ファイル名：kadai03】

2つのタクトスイッチを使用してDCモータの回転速度を変化させるプログラムを作成する。

<初期状態>

制御対象	状態	制御対象	状態
7セグメントLED	“000” を表示	タクトスイッチ (赤)	OFF
フルカラーLED	G (緑) 点灯	タクトスイッチ (青)	OFF
圧電ブザー	無音	トグルスイッチ	OFF
DCモータ	停止 (フリー状態)	ジョイスティック	中央 (無操作)
ステッピングモータ	停止 (未使用)	フォトインタラプタ	カウント 0

【動作概要】

- 1 DCモータを制御するPWM信号のDuty比は-100%～+100%の範囲で変化させる。通常Duty比は+でのみ表記されるがここでは符号は回転方向を示しており、+で正転方向、-で逆転方向とする。
- 2 Duty比の変更はタクトスイッチで行い、タクトスイッチ (赤) でDuty比の加算、タクトスイッチ (青) でDuty比の減算を行う。加減算の量は10%とする。Duty比が0%の時のみフルカラーLEDは G (緑) で点灯し、それ以外の値の場合は R (赤) で点灯する。
- 3 設定されているDuty比は7セグメントLEDに表示される。マイナス符号は一番左の7セグメントLEDのDp(小数点のドット)を使用し、プラスの時は消灯、マイナスの時は点灯とする。
- 4 付加機能としてタクトスイッチが押された時、ブザーが鳴動するようにする。二つのスイッチで音が異なるようにする。DCモータの回転速度が変化するタイミングと音が出るタイミングは並行でも、音が鳴り終わってからDCモータの回転速度が変化する形でも、どちらでもよい。

動作概要の動きを実装するため、下記の順でプログラムを作成すること。

- (1) タクトスイッチ (赤) が押されたら7セグメントLEDの値が10ずつ加算される。最大値は100とし、それ以上の値にはならない。
- (2) タクトスイッチ (青) が押されたら7セグメントLEDの値が10ずつ減算される。最小値は-100として、それ以下にはならない。値がマイナスの時は一番左の7セグメントLEDの小数点ドット (Dp) が点灯する。
- (3) (1)および(2)で使用した数値に対し、0の時のみフルカラーLEDを G (緑) で点灯させる。それ以外の値ではフルカラーLEDを R (赤) で点灯させる。
- (4) および(2)で使用した値をDCモータを回転させるDuty比の値として使用し、プラス値の場合は正転方向、マイナス値の場合は逆転方向に回転するようにする。なお、事前課題で示された減速ギアの仕様により、低いDuty比ではシャフトは回転しない。およそ60%以上のDuty比で回転する。
- (5) タクトスイッチ (赤) とタクトスイッチ (青) が押された時、圧電ブザーを鳴らす。操作者がどちらを操作したかをわかりやすくするため、タクトスイッチ (赤) が押された時は高い音程の短い音、タクトスイッチ (青) が押された時は低い音程の短い音が鳴るようにする。動作概要で示した通り、音はDCモータの動作と並行しても良いし、音が鳴ってから回転速度が変化する形でもよい。

課題4 ストップウォッチ【ファイル名：kadai04】

タクトスイッチで操作し、ジョイスティックでカウント速度を変化させることができるストップウォッチを作成する。7セグメントLEDに0.1秒単位で時間を表示する。初期値は“00.0”とし、0.1秒間隔でカウントアップする。上限は15秒とし、上限に達すると停止する。

＜初期状態＞

制御対象	状態	制御対象	状態
7セグメントLED	“00.0”を表示	タクトスイッチ（赤）	OFF
フルカラーLED	消灯	タクトスイッチ（青）	OFF
圧電ブザー	無音	トグルスイッチ	OFF
DCモータ	停止（フリー状態）	ジョイスティック	中央（無操作）
ステッピングモータ	停止（現在角リセット）	フォトインタラプタ	カウント0

1 スタート/ストップ

トグルスイッチがONの状態ではタクトスイッチ（赤）をON/OFFするたびに、ストップウォッチの計測がスタート/ストップする。

2 速度変化

計測中、ジョイスティックのY軸を上倒すとカウント速度が通常の2倍になり、下倒すと0.5倍（半分）になる。中立時は通常速度とする。中立時は課題2のキャリブレーションの不感帯を適用し、上下の検出を確実にする。上限の15秒に達して停止した後は、リセットされるまでジョイスティックやタクトスイッチ（赤）の入力を無視し、停止状態を維持すること。

3 リセット

トグルスイッチがOFFの状態ではタクトスイッチ（青）をON/OFFしたとき、カウントをリセットする。

課題5 暗証番号入力型電子ロック【ファイル名：kadai05】

暗証番号をジョイスティックで入力してから解除スイッチで解錠、施錠スイッチで施錠するプログラムを作成する。

<初期状態>

制御対象	状態	制御対象	状態
7セグメントLED	“000” を表示	タクトスイッチ（赤）	OFF
フルカラーLED	赤（R）点灯	タクトスイッチ（青）	OFF
圧電ブザー	無音	トグルスイッチ	OFF
DCモータ	停止（フリー状態）	ジョイスティック	中央（無操作）
ステッピングモータ	停止（12時）	フォトインタラプタ	カウント0

【動作概要】

- 3桁の暗証番号「123」はあらかじめプログラム中に定数で用意され、その値と入力された値を比較し、一致した場合に解錠される。
- プログラムは施錠状態から開始し、解錠と施錠の動作はステッピングモータの指定角度での時計回り、反時計回りで表すものとする。
- 入力された暗証番号は7セグメントLEDに表示する。プログラム開始時と解錠動作完了時には「000」の表示になる。
- 暗証番号を入力する際、各桁をジョイスティックの左右の操作で選択する形とし、プログラム開始時の設定値は「000」、最下位桁から設定できるようにする。暗証番号3桁のうち、どれを操作するのかをわかりやすくするために7セグメントLED右下のドット(Dp)を使用する。操作対象の桁は右下のドットが点灯する。
- 暗証番号を入力する際、値の上げ下げはジョイスティックの上下操作で選択する。
各桁は0～9の範囲の数値とし、9の状態ジョイスティックを上に入力するとゼロに、ゼロの状態ジョイスティックを下に入力すると9に循環するようにする。
- ユーザーによるジョイスティック上下左右の入力と解錠および施錠動作完了時にブザーが鳴るようにする。

動作概要の動きを実装するため、(1)～(7)の動作を作成する。このうち、(1)～(4)の作成順は問わない。

- ジョイスティックの上下操作で設定する暗証番号の値の上げ下げ機能を実装し、値を7セグメントLEDに表示する。動作概要で示したとおり、値は0～9の範囲で循環できる動作とする。
- ジョイスティックの左右操作で設定する暗証番号の桁の選択機能を実装する。どの桁が操作対象かは7セグメントLEDのドット（Dp）の点灯で示す。最下位桁が選択されている状態で右に入力されると最上位桁が選択され、最上位桁が選択されている状態で左を入力すると最下位桁が選択されるように循環できる動作とする。
- タクトスイッチ（赤）を押すと解錠動作としてステッピングモータの軸が時計回りに180度回転する。
- タクトスイッチ（青）を押すと施錠動作としてステッピングモータの軸が反時計回りに180度回転する。
- 暗証番号を「123」としてプログラム中に用意し、ジョイスティックで入力した値と同じ値の状態タクトスイッチ（赤）を押すと解錠動作する。動作完了後、フルカラーLEDが R（赤）から G（緑）に変わり、7セグメントLEDの表示は「000」になる。
- 解錠状態でタクトスイッチ（青）を押すと施錠動作を行う。動作完了後、フルカラーLEDは G（緑）から R（赤）に変わる。
- ユーザーによるジョイスティック操作時、解錠および施錠の動作完了時に圧電ブザーが鳴る。

その他 動作仕様

解錠状態の時、暗証番号入力機能は無効であること。

解錠動作中、施錠動作中はユーザーによる操作は受け付けない。（キャンセル機能等なし）

課題6 安全クレーンシステムの制御【kadai06】

本システムは、産業現場を想定した高度な安全クレーン制御システムである。操作ミスや異常から機器を保護するため、①2段階の旋回角度警告と限界時の自動停止機能、②重負荷吊り上げ時における巻上げ速度制限モード、③エンコーダ監視による巻上げの上下限リミッタ、④いかなる状態からも即時遮断できる緊急停止機能の4つの安全機能を備える。また、各稼働状態や警告レベルは、各種LEDやブザーの変化を用いて作業員への確に報知される。

<初期状態>

制御対象	状態	制御対象	状態
7セグメントLED	“oFF” を表示	タクトスイッチ (赤)	OFF
フルカラーLED	緑 (G) 点灯	タクトスイッチ (青)	OFF
圧電ブザー	無音	トグルスイッチ	ON又はOFF
DCモータ	停止 (フリー状態)	ジョイスティック	中央 (無操作)
ステッピングモータ	停止 (12時)	フォトインタラプタ	カウント 0

1 システムの起動

- (1) トグルスイッチをOFFからONに倒すと、システムが「稼働状態」に遷移する。初期状態がONの場合はシステムは「停止状態」を維持する。
- (2) 遷移した瞬間、フルカラーLEDを B (青) に変更し、7セグメントLEDに “ on ” (右端は消灯) を表示すること。
- (3) 同時に、圧電ブザーで起動音 (ド・ミ・ソ) を鳴らすこと。

2 旋回制御と2段階の進入警告 (ステッピングモータ)

- (1) 稼働状態において、ジョイスティックのX軸操作でステッピングモータを回転 (右をプラス) させること。X軸操作は旋回方向のみを指示することとし、アナログ値に比例した制御は不要である。
- (2) ソフト警告: 12時方向を中心として旋回方向が文字盤の2時又は10時の方向を超えた場合、フルカラーLEDを M (紫) で点灯させ、ブザーから断続的な警告音 (プッ、プッという音) を鳴らすこと。
- (3) ハード警告: 12時方向を中心として旋回方向が文字盤の3時又は9時の方向を超える操作をした場合、これ以上外側への回転を禁止 (停止) し、限界を超えてスティックを倒し続けた場合は、フルカラーLEDを R (赤) を点灯させ、連続音 (ピーー) に変化させること。

3 巻上げ制御と重負荷モード (DCモータ)

- (1) ジョイスティックのY軸操作でDCモータを正転 (上昇)・逆転 (下降) させ、スティックの倒し量に応じてPWMで速度を可変させること。
- (2) 重負荷モード: タクトスイッチ (青) を押している間は、フルカラーLEDを M (紫) に点灯させる。この間は安全のため、ジョイスティックを最大まで倒してもDCモータの最高速度を制限 (減速) すること。
- (3) DCモータの回転に応じたフォトインタラプタのパルスのカウントし、7セグメントLEDに表示すること。
- (4) 現在の高さを監視 (下降をマイナス、上昇をプラス) して、パルス数が上限 (50) 又は下限 (0) を超えてしようとした場合、該当方向へのDCモータ駆動を強制停止させること (反対方向への駆動は許可)。
- (5) 強制停止した瞬間、ブザーで報知音を鳴らし、7セグメントLEDに上限時は “ HI ”、下限時は “ Lo ” を表示し、表示中はLEDを赤色とすること。

4 緊急停止システム

- (1) システム稼働中、いつでも タクトスイッチ (赤) を押すと「緊急停止状態」に遷移すること。
- (2) 遷移と同時に全モータを即時停止させ、フルカラーLEDを R (赤) に点灯、7セグメントLEDに “ E ” を表示し、ブザーで連続音を鳴らし続けること。
- (3) 緊急停止状態では、トグルスイッチやジョイスティックの操作を一切無効とすること。
- (4) 再度タクトスイッチ (青) 又はタクトスイッチ (赤) を押すと緊急停止状態が解除される。解除した場合は稼働状態へ復帰すること。