



芝浦工業大學

SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927
Tokyo

2023年度 工学部 電気工学科

卒業研究論文

インバータを用いたモジュール実験の提案

電力システム研究室

2024年1月26日

学籍番号 AE20045

氏名 田中徹

指導教員 藤田吾郎

インバータを用いたモジュール実験の提案

AE20045 田中徹

Proposal of module experiment using inverter

Tanaka Toru

Currently, electricity is an essential energy source for our lives. Therefore, electrical engineering is always necessary for society and requires education and training. Therefore, it is important for electrical engineering students to experience actual observation and develop more efficiently. Since conventional experimental equipment has problems such as high cost and large size, this paper focuses on the development of a modular power system training equipment. There was a train called the Doremifa inverter that was loved for its beautiful musical scales. This research was carried out with the aim of reproducing this Doremifa inverter as a module and establishing new experiments.

1	はじめに	3	6	インバータを用いたモジュール実験	9
2	モジュール型電力系統実習装置	3	6.1	インバータを用いたモジュール実験の条件	9
	2.1 開発背景	3	6.2	使用機器	9
	2.2 モジュールの規格	4	6.2.1	IM-SG モジュール	9
3	インバータを用いたモジュール実験の概要	4	6.2.2	直流安定化電源	9
4	インバータを用いたモジュール実験の機器	4	6.3	Simulink モデルの作成	10
5	プリント回路基板設計	6	6.4	チャープ信号	10
	5.1 Design Spark PCB とは	6	6.5	実験方法	13
	5.2 Library Loader とは	6	6.6	実験結果	13
	5.3 基板デザイン設計	6	6.7	考察	13
	5.4 製作	8	6.8	12 平均律と周波数	13

7	Myway インバータモジュールの製作……………	17	8	まとめ・展望……………	18
7.1	直流電圧計の概要……………	17		参考文献……………	18
7.2	直流電流計の概要……………	17			
7.3	その他の使用機器……………	17			
7.4	設計図……………	18			

1. はじめに

教育用電力実習装置には、送電事故を模擬する模擬送電線実習装置や漏電遮断器や配線用遮断器の特性試験などの実習を行うことのできる装置がある。しかし、これらの装置は一般的に大型で組み換えの自由度が低く、装置ごとに特定の模擬や実験しか行うことができない。そこで本研究では、容易に組み換えができ自由の利くモジュール型装置を用いた実験を構築する。今回は昨年の研究で構築した小型同期発電機システムを用いて、船舶などで使われる発電機の並列運転をモジュールで構築する。また並列運転を模擬し、実習を可能にすることでモジュールを用いた新たな実習を確立し、電力系統を扱う多くの電力関係技術者の育成と強化のための学習手段として活用できることを目的として研究を行う。

2. モジュール型電力系統実習装置^[1]

2.1 開発背景

既存の電力系統実習装置は大きく分けて、市販品(図 2.1.1)、特注品(図 2.1.2)、自作品(図 2.1.3)などがある。市販品や特注品は高価なものや大型のもの、改造が困難で柔軟性が低いものが多い。

また、試作品を組み合わせて製作する自作品の実習装置については、製作費用が安価ではあるものの、操作性に優れず耐久性も乏しいといった欠点がある。いずれの装置でも複数の系統を一体化して製作されているため、固定化されてしまい、様々な事例の検討が行いにくく、実習を行う学生などに対し、系統構成が理解しにくい欠点がある。さらに、複雑な結線作業を行うことで実習としては有益ではあるが、誤配線による危険を生じる可能性が高い。



図2.1.1 市販品(高橋工業)



図2.1.2 特注品(法政大学)



図2.1.3 自作品

2.2 モジュールの規格

これらの欠点を踏まえて製作したものが、モジュール型電力系統実習装置である。モジュール型電力系統実習装置の規格を図 2.2.1 に示す。縦横 300 mm の立方体の箱の内部に機器を設置、配線している。外面に端子を露出することにより、端子間を配線するだけで接続できるような構造になっているため、容易に結線することができ、安全で効率的に実験を行うことが可能となる。モジュールには左上にモジュールの名称を明記し、端子部分は上から赤・黄・青の 3 相用の端子、緑の大地接地端子、及び黒の筐体接地端子としている。また用途に応じて、内部機器を確認できるように窓を、持ち運ぶための取手を設置している。以下にモジュール型電力系統実習装置の特徴を示す。

- (1)縦、横、高さ全て300 mmの立方体であるため、小型で限られたスペースでも実験が可能
- (2)1つの箱に対して1つの装置を組み込んであるため、回路の組み換えが容易
- (3)系統全体の流れの理解が容易
- (4)電力回路を表すデザインを統一しているため、理解が容易
- (5)機器によるが、比較的安価で製作が可能
- (6)誤配線が生じにくく、危険性が低い

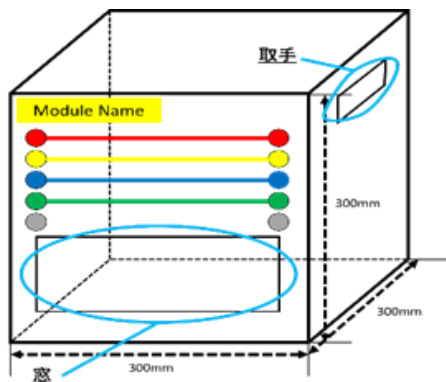


図2.2.1 モジュールの規格

3. インバータを用いたモジュール実験の概要

インバータを用いたモジュール実験の構成図を図 3.1 に示す。実験は、Myway インバータ、C2000、Induction Motor-Synchronous Generator(以下 IM-SG)モジュールで構成される。この実験では、C2000 でインバータの制御を行い PWM 波を作成する。PWM 波を作成するときのキャリア周波数と搬送波の

比率を変えていくことによって、モータの駆動音の制御を行い、PWM 波の周波数を変えていくことによってモータの回転速度を変えていくことができる。

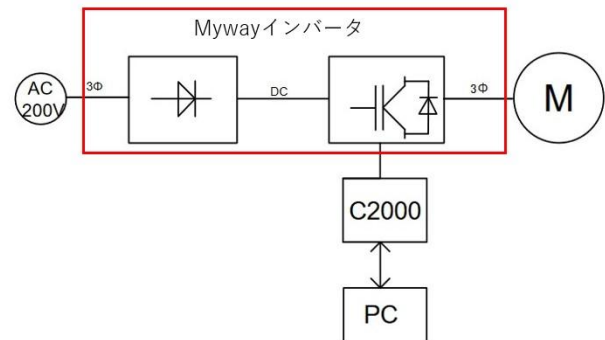


図 3.1 インバータを用いたモジュール実験の構成

4. インバータを用いたモジュール実験の機器について

Myway インバータ^[2]

Myway 株式会社製のパワエレ機器の実験・研究・開発のために製作された MWINV-1R022(以下 Myway インバータ)を使用する。Myway インバータの外観を図 4.1、ブロック図を図 4.2、電氣的仕様を表 4.1 に示す。三相インバータ主回路、三相ダイオード整流回路、ブレーキアームを搭載・三菱電機製小型 DIP-IPM Ver.4 を採用している。また電流センサ、電圧センサを内蔵しており、外付けセンサ不要・過電圧・過電流保護回路を内蔵している。主回路機能は、ダイオードモジュールと IPM から構成され、交流→直流→交流変換回路として機能する。保護機能として、過電流・過電圧保護検出回路を備えており、保護検出した場合にゲート信号をブロックする。



図 4.1 MWINV-1R022(Myway インバータ)

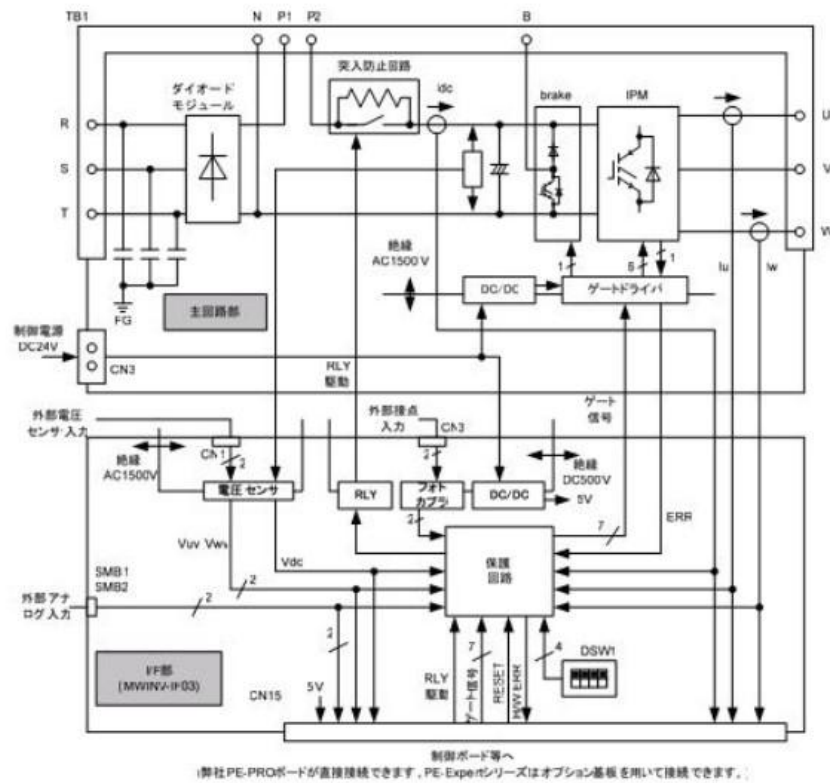


図4.2 ブロック図

表4.1 電気的仕様

項目	仕様		備考
	MWINV-1R022	MWINV-5R022	
出力	定格容量	1kVA (出力AC200V時) 1.1kVA (出力AC220V時) ※1	5kVA (出力AC200V時) 5.5kVA (出力AC220V時) ※2
	定格電流	AC2.88Arms	AC14.4Arms※2
	出力電圧	AC0~230Vrms	
入力	定格電圧	AC200Vrms	
	定格電流	AC3.2Arms	AC16.0Arms
	入力電圧範囲	AC0~230Vrms	
冷却方式	強制空冷		ファンはオプションとなっております。
過負荷耐量	120%/1分間		
スイッチング周波数	~20kHz		
デッドタイム	3.0μsec以上		本装置にデッドタイムを付加する機能はありません。
制御電源電圧	DC24V 入力	DC22.8V~25.2V 推奨電源 24V 1.5A 以上	
	DC5V 出力	制御ボードへの供給電流 2.0A	
	DC±15V 出力	制御ボードへの供給電流 0.15A	
絶縁抵抗	100MΩ以上		主回路対制御回路・FG一括 制御回路対主回路・FG一括
絶縁耐圧	AC1500V/1分間		主回路対制御回路・FG一括
	AC500V/1分間		制御回路対 主回路・FG一括

5. プリント回路基板設計^[3]

本実験で用いる C2000 の基板を設計する。本研究では Design Spark PCB を利用して基板設計を行った。

5.1 Design Spark PCB とは

Design Spark PCB(以降 DSPCB)とは回路図や基板配線図が作成できるフリーの電子設計 CAD ソフトである。また PCB とは Printed Circuit Board の略称であり,基板に接続する各部品間の配線がサレタプリント回路基板のことである。有償で利用できる Pro 版もあるが今回は無料で利用できるもので十分に作成できるため利用はしなかった。

5.2 Library Loader とは

Library Loader とは DSPCB 上で実際に存在する素子のデータを利用することができるアプリである。このアプリは,素子に関して検索を行い,それを DSPCB にダウンロードすることで素子をそのまま利用できるようにするアプリである。利用方法を示す。まずアプリをダウンロードする。これは「Library Loader」と検索をかければすぐに見つけられる。アプリのダウンロード後,開くと図 22 のようなページが見られる。「Search for Part」をクリックすると検索一覧が見つかるのでそこから素子を探す。そして素子を見つけたら,その素子のデータを PC へダウンロードする。その後,図 5.1 の画面に戻り,「Open ECAD Model」をクリックする。ファイルを開く画面が表示されるので,ダウンロードした素子データを開く。これにより DSPCB でその素子を利用できるようになる。



図 22 Library Loader 画面

「Search for Part」をクリックすると検索一覧が見つかるのでそこから素子を探す。そして素子を見つけたら,その素子のデータを PC へダウンロードする。その後,図 5.1 の画面に戻り,「Open ECAD Model」をクリックする。ファイルを開く画面が表示されるので,ダウンロードした素子データを開く。これにより DSPCB でその素子を利用できるようになる。基板設計では実際に使用する素子をはめるホール穴の大きさなどデータシートなどで調べ,それを DSPCB 上で反映させなければ,実際に組み立てたときに,接触やはまらないといった不都合が起きる。また以降に説明するが DSPCB では Library Loader を利用せずとも素子を探せるが,とても難しくやりにくさを感じた。これより本研究では完全に同じものはないとも似た形,大きさを探しやすい Library Loader を利用した。

5.3 基板デザイン設計

図 5.2(a)にモデルとなった基板データを示す。赤丸で示した点で接続ミスがあったのでその点を改善。またインバータの本体電源,モジュールに組み込む電圧計,電流計の本体電源を接続できるように付け加え改良した。改良後の基板データを図 5.3(b)に示す。

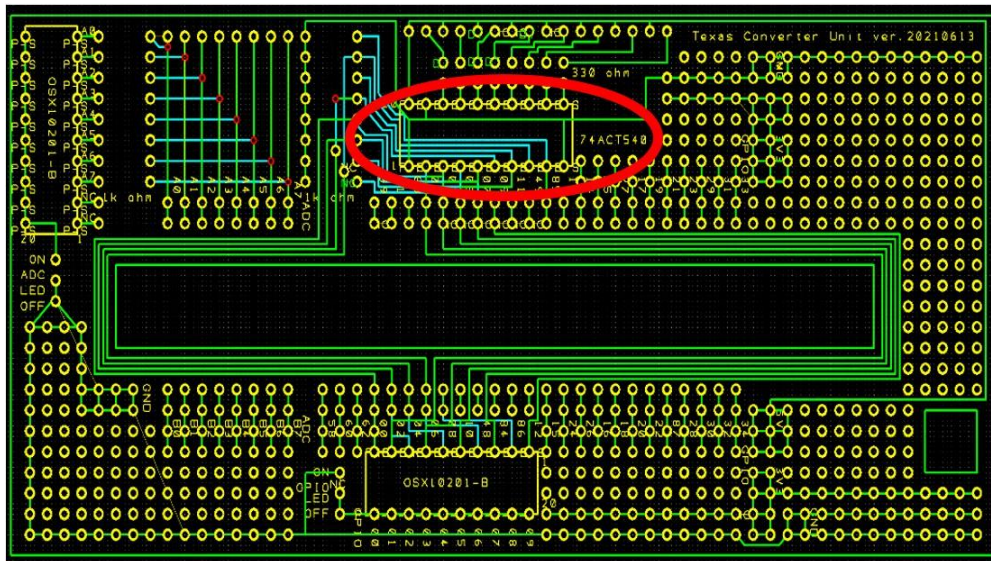


図 5.2(a) 基板データ(モデル)

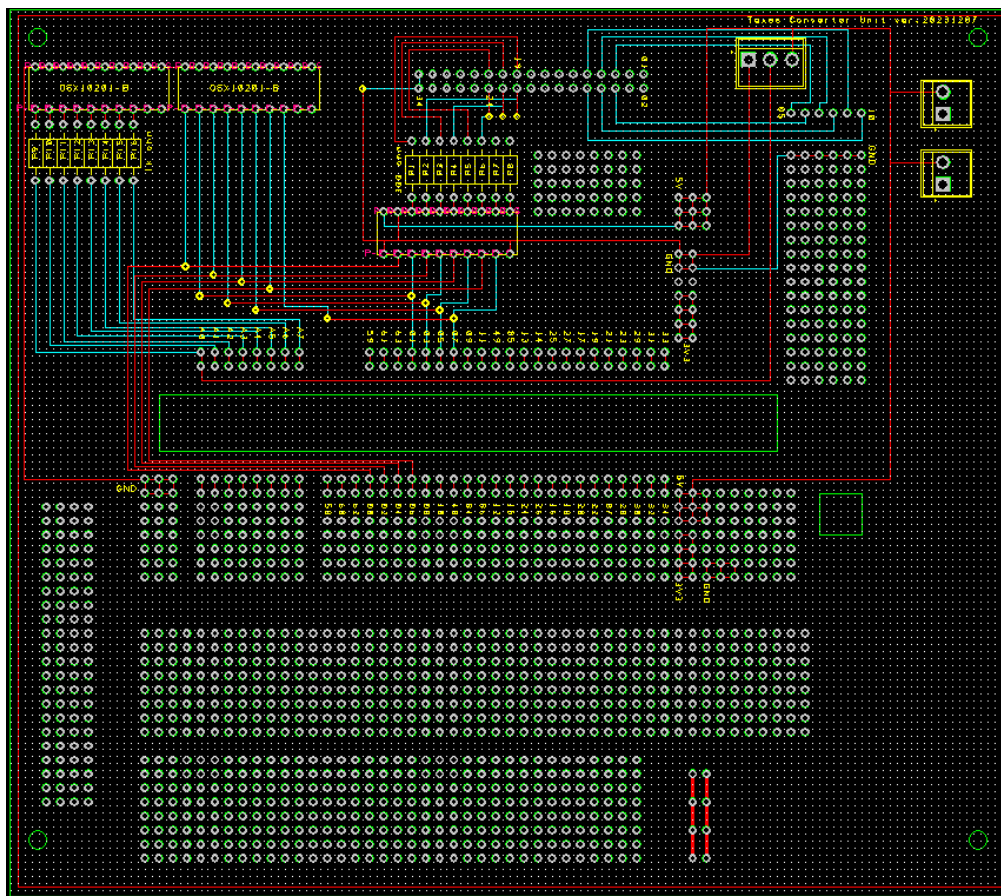


図 5.2(b) 基板データ(改良後)

5.4 製作

作成した基板を発注する。作成した基盤データを発注に必要なカーバーファイルに変換し、ユニクラフトで発注を行う。

① カーバーファイルの作成

基板の発注に必要なカーバーファイルを作成する。「Output」から「Manufacturing Plot」をクリックする。これにより図 5.2 上のような画面が表示される。「Auto-Gen Plots」をクリックし、表示された図 5.3 中で「Gerber」を選択する。そして表示された図 5.2 下で「Layer/Plot Types」で「All」に、「Side」で「All」に、「Drill Data」に「Include NC Drill Plot」と「Include Drill Ident(Drill Drawing)plot」にチェックを入れ、「OK」を押す。

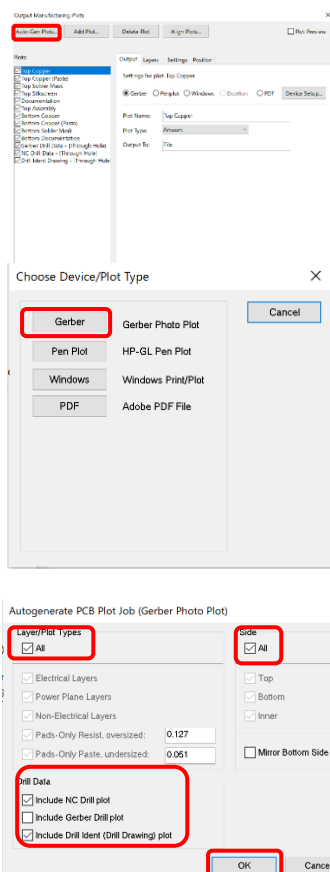


図 5.3 「Output Manufacturing Plots」画面

(上:はじめ)(中:二枚目)(下:三枚目)

次に図 5.4 にあるように「All Plot」をクリックし、「Gerber」をクリックする。これによって「Plot1」が作成される。

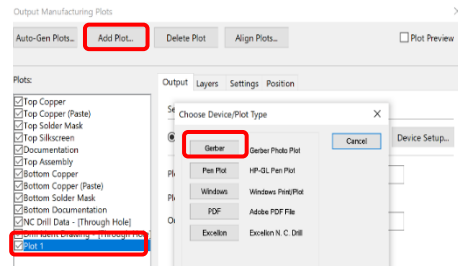


図 5.4 「All Plot」画面

図 5.5 上のように「Plot1」を選択し、「Output」タブの「Plot Name:」に「Outline」と入力する。次に図 5.5 下のように「Layers」タブをクリックして「Board Outline」を N から Y へ変更し、「Run」をクリックする。以上によって設計ファイルを保存している場所にカーバーファイルが生成される。これらを Zip ファイルでまとめる。これでカーバーファイルの作成は完了である。

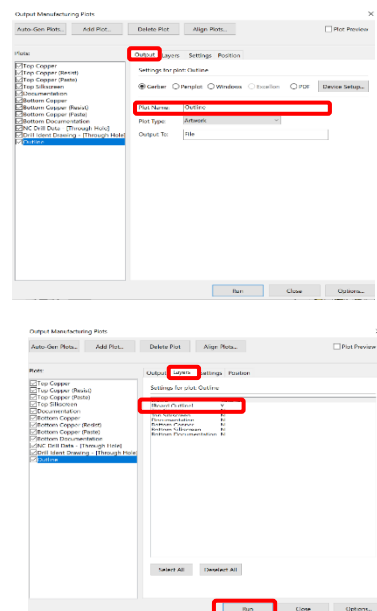


図 5.5 上:「Plot Name:」画面

下:「Board Outline」画面

② 基板発注

7.6①で作成したデータを利用して基板を発注する。本研究ではユニクラフトというサイトを利用した。ユニクラフトのホームページにいき「プリント基板製造」を選択する。はじめに基板の見積もりを行う。自動見積もりをクリックし見積もり画面に行く。ここで必要な情報を入れることで大まかな見積もりをもらうことができる。

まず「新規基板」にチェックを入れ、「お客様がガーバーデータをご用意」をチェックする。そして「基板サイズ」と「銅箔厚さ」を発注する基板に合わせ変更する。下にスクロールし「自動見積もり」をクリックすることで見積もりが出来る。金額を確認して

下にスクロールすると必要な情報を入力し,作成したカーバデータを選択する。最後に「正式見積りを依頼」をクリックすると基板の発注が出来る。その後はメールにて確認と支払いについて行い 1~2 週間で基板が届く。

6. インバータを用いたモジュール実験

6.1 インバータを用いたモジュール実験の条件

この実験では,C2000 でインバータの制御を行い PWM 波を作成する。PWM 波を作成するときのキャリア周波数と搬送波の比率を変えていくことによって,モータの駆動音の制御を行い,PWM 波の周波数を変えていくことによってモータの回転速度を変えていくことができる。インバータで制御する PWM 波の条件を表 6.1 に示す。

表 6.1 PWM 波の条件

	波形	周波数 (Hz)
キャリア周波数	三角波	270→120→50
搬送波	正弦波	30→40→50

6.2 使用機器

インバータを用いたモジュール実験に使用したモジュールと機器を以下にまとめる。

6.2.1 IM-SG モジュール^[4]

入力端子側に三相誘導電動機, 出力端子側に三相同期発電機が組み込まれている。定格線電圧 200 V, 定格容量 200W のかご型三相誘導電動機で 200 V, 200 W の三相同期発電機を駆動する。電力系統において, 主に発電機の模擬をしている。誘導機と同期発電機をプリーとベルトで機械的に接続しており, 誘導機に三相 200 V を供給し駆動する。また, 同期発電機には直流励磁が必要であるため, 励磁専用の端子を備えている。また, モジュールにはデジタル回転計と電磁式回転検出器が内蔵されており, 検出した回転速度に応じた電圧を出力することができる。そのため, これをフィードバック値として利用することで誘導機の回転速度を制御することができる。そしてこの出力電圧をコントローラに通し, インバータにフィードバックすることで, 速度制御を行う。今回製作した IM-SG モジュールを図 6.1 に示す。モジュール内の回路図を図 6.2 に示す。

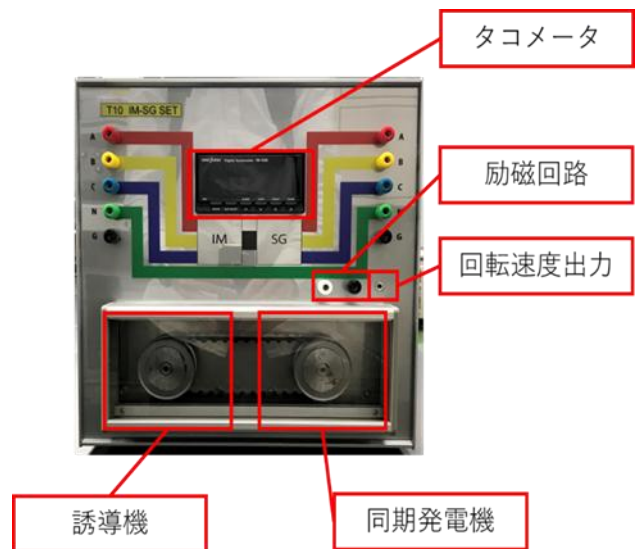


図6.1 IM-SGモジュール

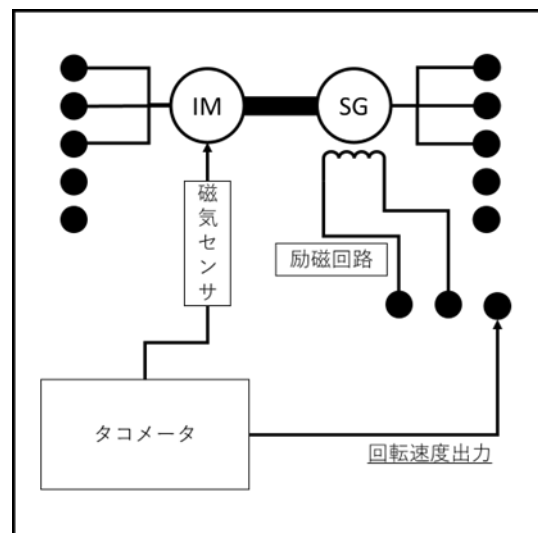


図6.2 回路図

6.2.2 直流安定化電源

Myway インバータ本体を動かす電源としてメーカーが KWNWOOD, 型番 PA18-5B の直流安定化電源を用いる。外觀を図 6.3 に示す。



図 6.3 直流安定化電源

6.3 Simulink モデルの作成

Myway インバータを制御するために C2000 を用いた。そして C2000 に信号を送受信するために MATLAB Simulink を用いた。作成する Simulink モデルは表 6.1 の条件を満たし、周波数のモードは 30Hz,40Hz,50Hz の三つで条件を分け、キャリア周波数:搬送波の比率をそれぞれ 9:1,3:1,1:1 になるように設計した。この 3 つのモードは可変抵抗器を用いて手動で制御できるようにした今回、時間とともに周波数が増加するため、搬送波である正弦波の作成はチャープ信号を基に作成した。作成した Simulink モデルを図 6.3, 図 6.4, 図 6.5 に示す。図 6.3 の MATLAB Function の中身を図 6.6, 図 6.7 に示す。図 6.3 に示したモデルは、時間によって変わるキャリア周波数と搬送波を設定している。図 6.4 に示したモデルは、設定したキャリア周波数をと搬送波を比較して PWM 波を作成している。図 6.5 に示したモデルは作成した PWM 波を U 相,V 相,W 相の各 3 相に出力している。

6.4 チャープ信号^[5]

チャープ信号とは、時間とともに周波数が増加するか、時間とともに周波数が減少するような信号である。スイープ信号と同等の意味で使われることもある。一般的にソナー及びレーダーで使用されるが、スペクトラム拡散通信のようにほかの用途でも利用される。チャープのタイプが線形チャープ信号と指数チャープ信号の 2 タイプがあるが今回は線形チャープ信号を使用した。線形チャープ信号では瞬時周波数 $f(t)$ は時間とともに線形に変化する。

$$f(t) = f_0 + kt$$

f_0 は開始周波数で、 k は周波数の増加率あるいはチャープ率である。

$$k = \frac{(f_1 - f_0)}{T}$$

f_1 は最終的な周波数で f_0 が開始周波数である。T は f_0 から f_1 までをスイープするための時間。時間領域において、任意の周

波数波形の位相とは角周波数の積分値である。つまり、位相 Φ は、

$$\Phi(t + \Delta t) \approx \Phi(t) + 2\pi f(t) \Delta t$$

と表され、逆に位相の微分値が角周波数となる。

$$\Phi'(t) = 2\pi f(t)$$

線形チャープにおいては以下のようになる。

$$\begin{aligned} \Phi(t) &= \Phi_0 + 2\pi \int_0^t f(\tau) d\tau \\ &= \Phi_0 + 2\pi d\tau \quad (1) \end{aligned}$$

$$\Phi_0 + 2\pi d\tau = \Phi_0 + 2\pi \left(f_0 t + \frac{k}{2} t^2 \right)$$

Φ_0 は初期位相(時刻 $t = 0$)である。上記の式の形から、2 次関数的位相信号とも呼ばれる。

時間領域での正弦波の線形チャープはラジアンで表した位相のサイン関数であり、以下の式になる。

$$x(t) = \sin\left[\Phi_0 + 2\pi \left(f_0 t + \frac{k}{2} t^2\right)\right] \quad (2)$$

周波数領域においては、 $f(t) = f_0 + kt$ で表される瞬時周波数と共に周波数変調の結果生まれる余分な周波数成分(高調波)が伴う。この高調波は、ベッセル関数により定量的に記述することができるが、周波数対時間の関係を表すスペクトログラムを利用することで、線形チャープが基本波のチャープとその高調波成分を含むことを容易に確認することができる。また、今回の実験では初期位相は 0 なので Φ_0 は 0 である。

図 6.6 では可変抵抗器を回した時に出力されるゲインを四つのモードに条件分けし、(1)式内の $f_0 + k\tau$ の設定を行っている。図 6.7 では $f_0 + k\tau$ を積分したものを k に入力しており(2)式になるように正弦波を作成している。また、 y_1 が正弦波。 y_2 が 120 度遅れの正弦波、 y_3 が 240 度遅れの正弦波、 x_1 が三角波となっている。三角波の周波数は 0~30Hz の時は正弦波の 9 倍、30~40Hz の時は正弦波の 3 倍、40~50Hz の時は 1 倍になるように作成した。

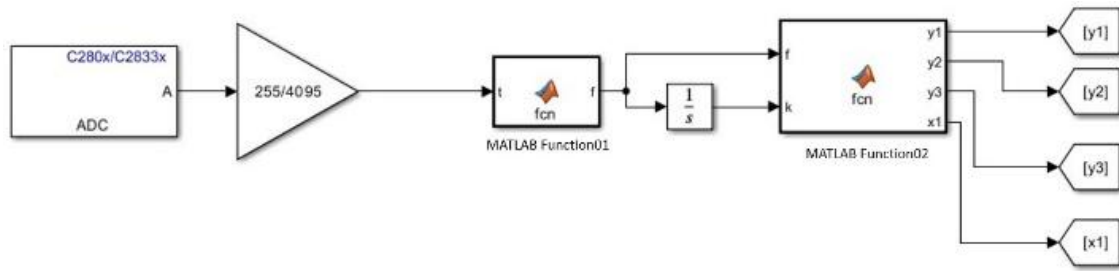


図 6.3 Simulink モデル(キャリア周波数,搬送波の設定)

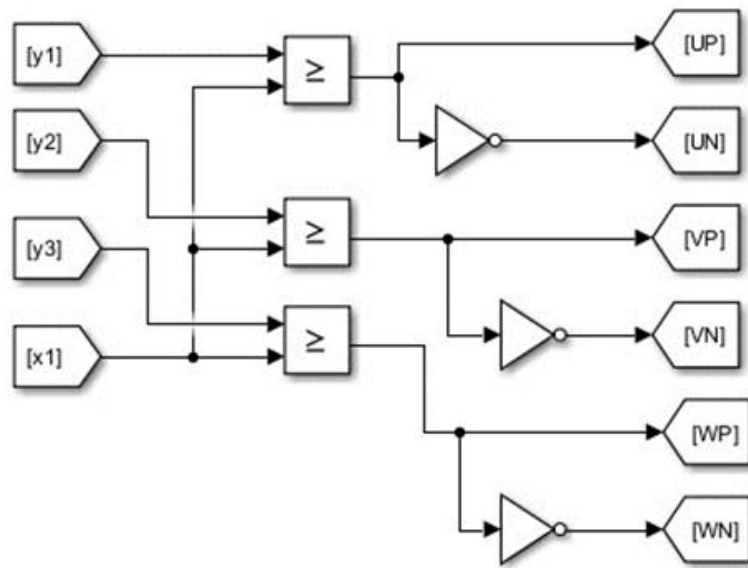


図 6.4 Simulink モデル(PWM 波の作成)

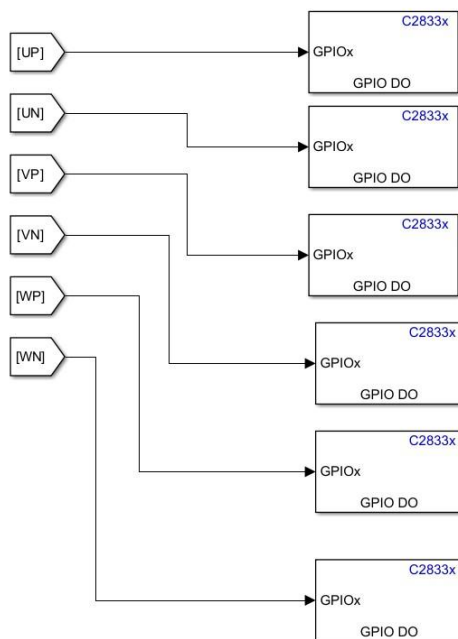
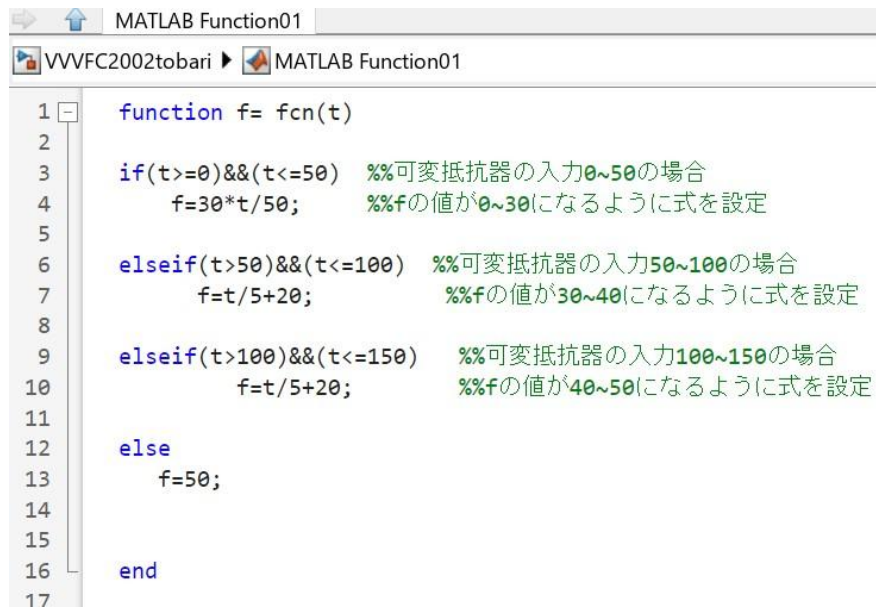


図 6.5 Simulink モデル(PWM 波を各相への出力)

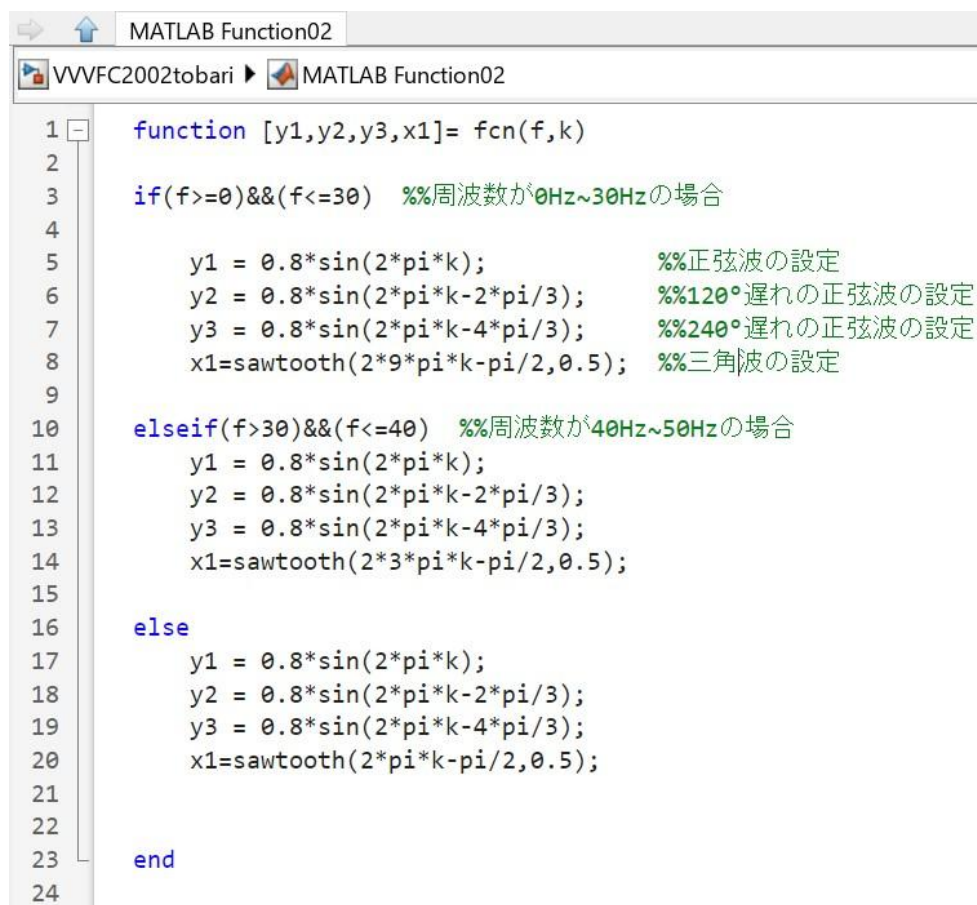


```

1 function f= fcn(t)
2
3 if(t>=0)&&(t<=50) %%可変抵抗器の入力0~50の場合
4     f=30*t/50;      %%fの値が0~30になるように式を設定
5
6 elseif(t>50)&&(t<=100) %%可変抵抗器の入力50~100の場合
7     f=t/5+20;      %%fの値が30~40になるように式を設定
8
9 elseif(t>100)&&(t<=150) %%可変抵抗器の入力100~150の場合
10    f=t/5+20;      %%fの値が40~50になるように式を設定
11
12 else
13     f=50;
14
15
16 end
17

```

図 6.6 MATLAB Function01



```

1 function [y1,y2,y3,x1]= fcn(f,k)
2
3 if(f>=0)&&(f<=30) %%周波数が0Hz~30Hzの場合
4
5     y1 = 0.8*sin(2*pi*k);          %%正弦波の設定
6     y2 = 0.8*sin(2*pi*k-2*pi/3);  %%120°遅れの正弦波の設定
7     y3 = 0.8*sin(2*pi*k-4*pi/3);  %%240°遅れの正弦波の設定
8     x1=sawtooth(2*9*pi*k-pi/2,0.5); %%三角波の設定
9
10 elseif(f>30)&&(f<=40) %%周波数が40Hz~50Hzの場合
11     y1 = 0.8*sin(2*pi*k);
12     y2 = 0.8*sin(2*pi*k-2*pi/3);
13     y3 = 0.8*sin(2*pi*k-4*pi/3);
14     x1=sawtooth(2*3*pi*k-pi/2,0.5);
15
16 else
17     y1 = 0.8*sin(2*pi*k);
18     y2 = 0.8*sin(2*pi*k-2*pi/3);
19     y3 = 0.8*sin(2*pi*k-4*pi/3);
20     x1=sawtooth(2*pi*k-pi/2,0.5);
21
22
23 end
24

```

図 6.7 MATLAB Function02

6.5 実験方法

図6.8に実験風景を示す。交流200Vをインバータに入力するが、絶縁をするために Δ -Yトランジスタを通しインバータに入力し、インバータでモータの制御を行う。この時、インバータの入力電源として直流安定化電源(24V)を入力、インバータの制御をPCからできるようにC2000をインバータに繋ぐ。初期設定は電圧200V、周波数50Hz、回転速度1500rpm、としている。

6.6 実験結果

C2000を用いたとき、実験を行いながらリアルタイムにSimulink上で波形を取ることができなかった。そのため、周波数が変化していること、搬送波とキャリア周波数の比率が正しく変化していることを確認するため、可変抵抗器ではなく時間による制御で、0.2秒ごとに周波数が変化するモデルで確認した。0.2秒時点で正弦波が30Hzになっている結果を図6.9に、0.4秒時点で正弦波が40Hzになっている結果を図6.10に、0.6秒時点で正弦波が50Hzになっている結果を図6.11に、全体のシミュレーション結果を図6.12に示す。

また、実機で実験を行ったときに可変抵抗器による制御でモータの回転速度が変化していることを確認できた。周波数が30Hz、40Hz、50Hzで変化するため、モータの回転速度も900rpm、1200rpm、1500rpmと変化、モータの駆動音も変化していることを確認できた。

6.7 考察

図6.9より、0.2秒時点で正弦波が30Hzであること、また正弦波:三角波の比率が1:9であることが確認できる。図6.10より、0.4秒

時点で正弦波が40Hzであること、また正弦波:三角波の比率が1:3であることが確認できる。図6.11より、0.6秒時点で正弦波が50Hzであること、また正弦波:三角波の比率が1:1であることが確認できる。また実験ではモータの駆動音が変化することが確認できたがきれいに音が出て変化するわけではなかった。これは今回設定した周波数が30Hz、40Hz、50Hzと変化するためだったと考えられる。この周波数の変化を12平均律の周波数で変化させていくとよりきれいな音で変化していくと考えられる。

6.8 12平均律と周波数^[6]

12平均律とは、西洋音楽でつかわれる音楽理論の1つで、オクターブを12等分する音律のこと。音楽の調律方法の1つであり、12の音を等間隔に並べた音階を用いる。これにより、すべての音の周波数が一定比率で変化するように調整される。

12平均律では、オクターブを2倍の周波数に分割し、それを12等分することで、12の音を得る。オクターブの周波数比率は2:1であり、この比率を12等分することで、周波数比率は約1.059(2の12乗根)となる。この方式では、隣り合う音の周波数比率が約1.059倍となり、半音階ごとに周波数が等間隔で変化する。

12平均律の周波数とは、初項 a 、公比 r とし、

$$r = \sqrt[12]{2} = 2^{\frac{1}{12}}$$

で以下のように得られる。

$$f(k) = a, ar^2, ar^3, \dots, ar^{k-1} = f(1) \times 2^{\frac{k}{12}}$$

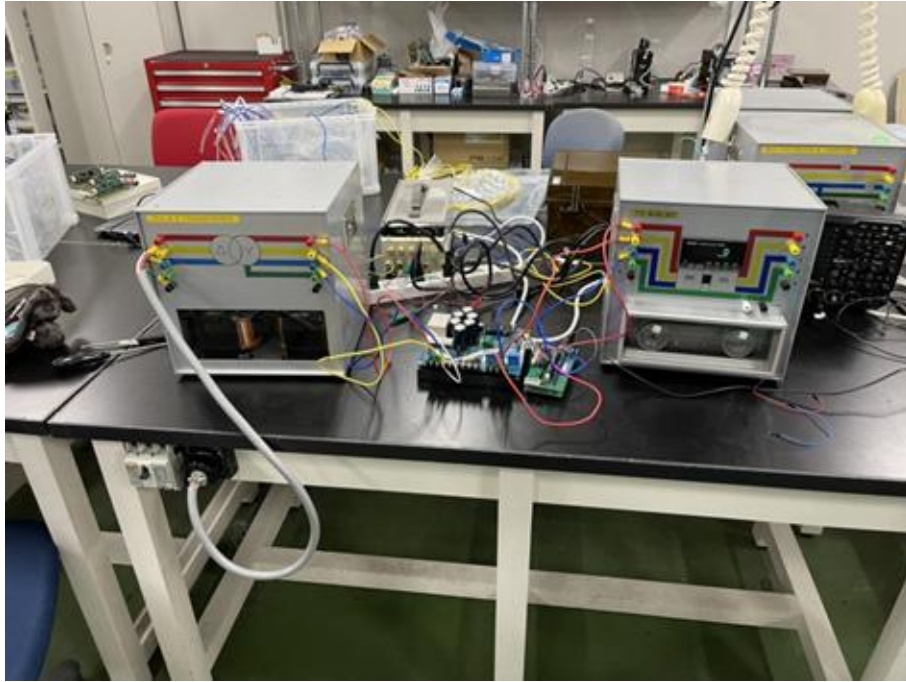


図6.8 実験の様子

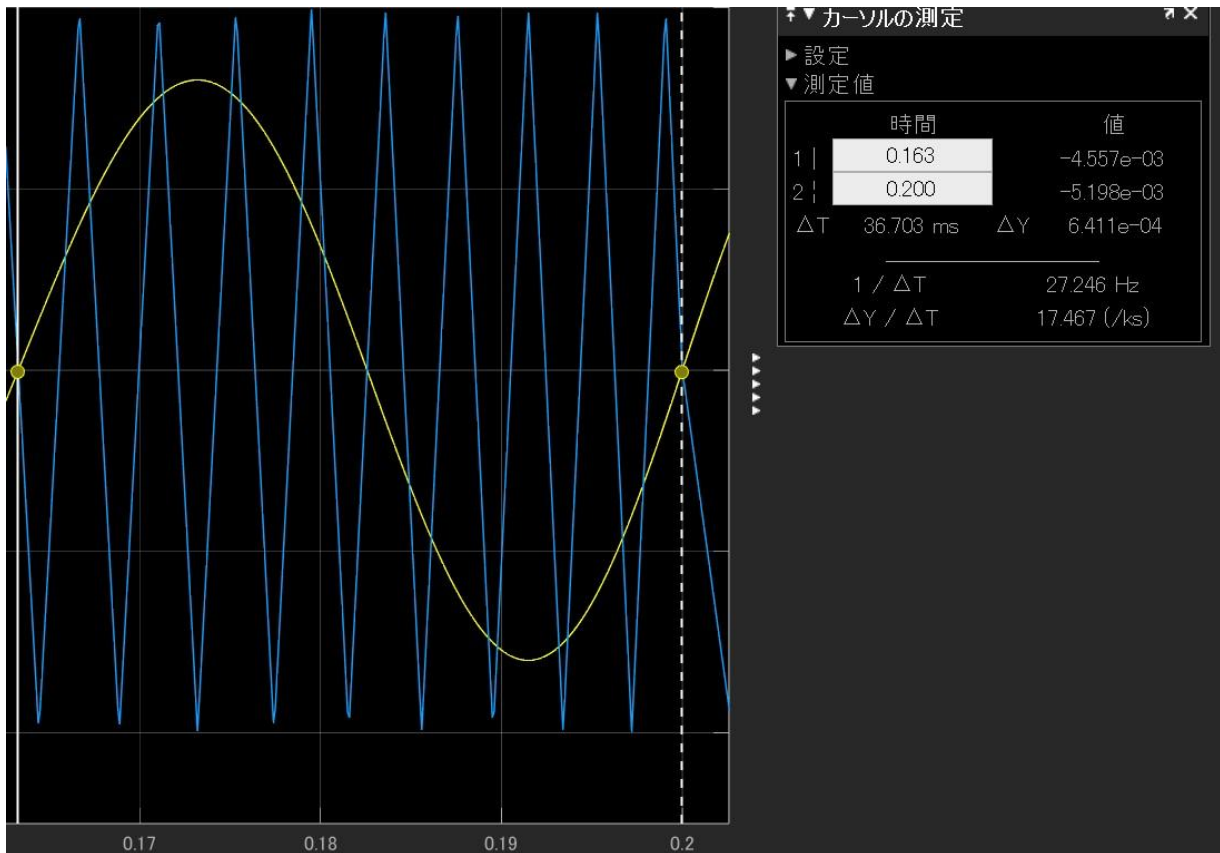


図6.9 シミュレーション結果(正弦波30Hz)

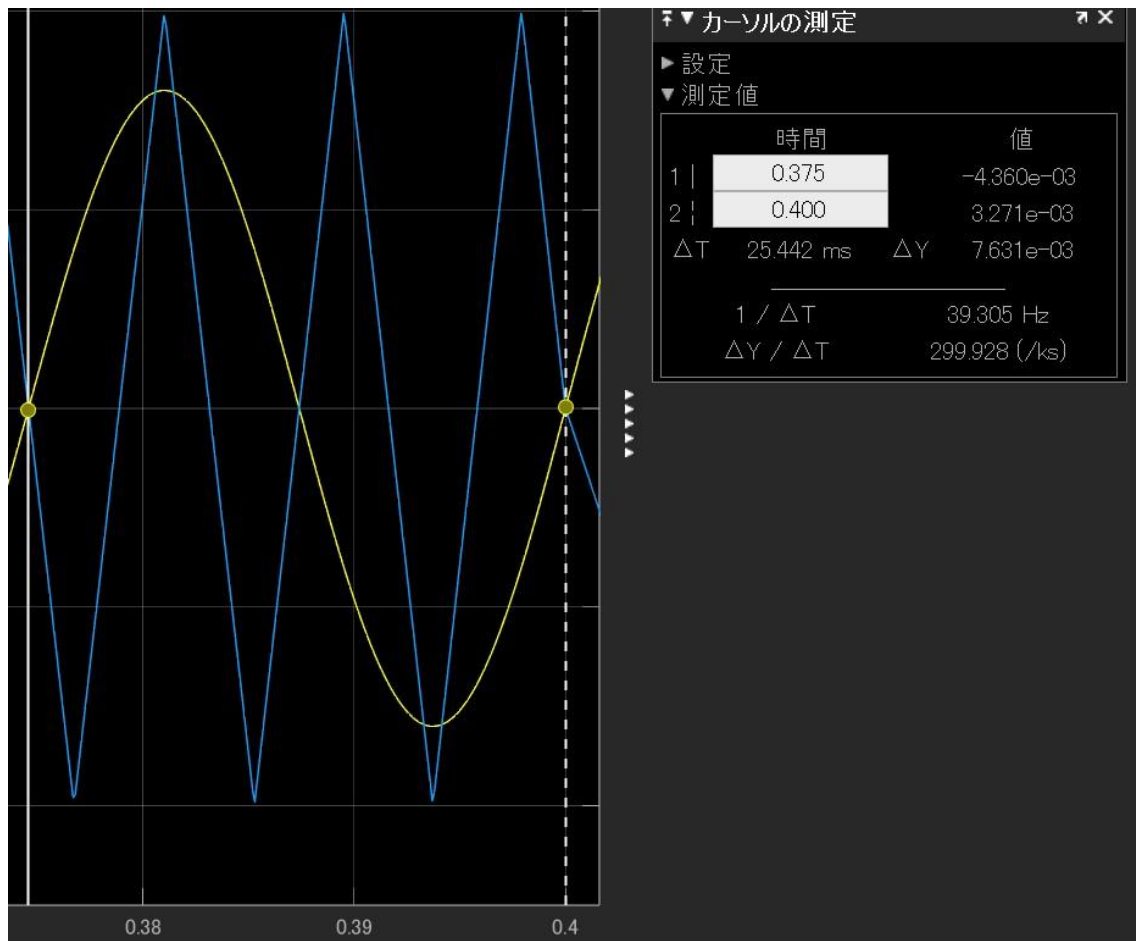


図6.10 シミュレーション結果(正弦波40Hz)

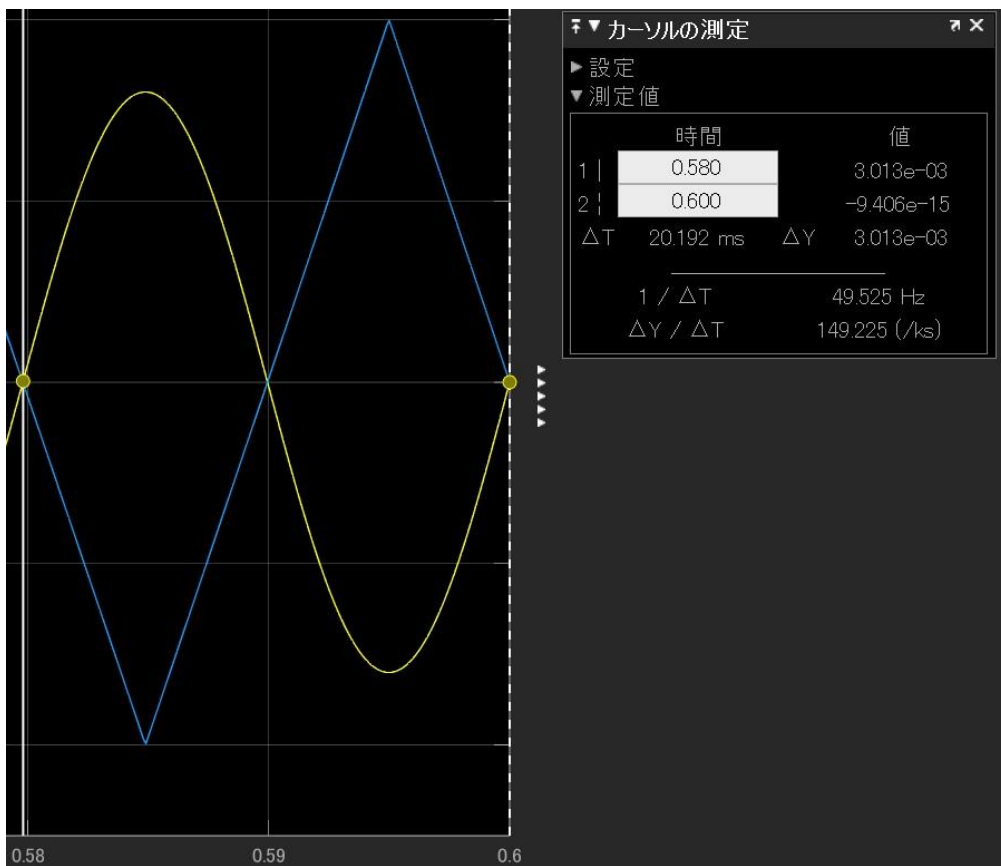


図6.11 シミュレーション結果(正弦波50Hz)

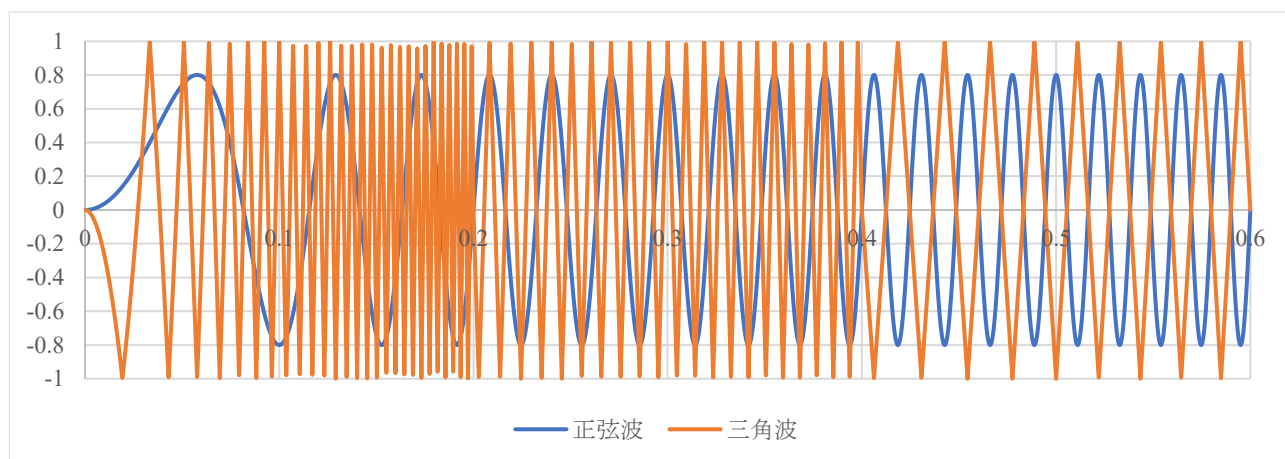


図6.12 シミュレーション結果(全体)

7. Myway インバータモジュールの製作

Myway インバータモジュールに組み込む機器の概要について説明する。Myway インバータについては、4 節にて説明しているため省略する。

7.1 直流電圧計の概要^[7]

直流電圧計に渡辺電機工業株式会社のA7211-0を使用した。直流電圧計の外観図を図7.1に示す。直流電圧計を用いてMywayインバータ内の直流電圧を測定する。仕様を表7.1に示す。



図7.1 直流電圧計

表7.1 直流電圧計の仕様

入力信号	直流電圧
通信	RS-232C RS485
電源	DC12~48V
許容差	±0.03%rdg+1digit ~0.1%rdg+2digit
耐電圧	DC500V
質量	約160g
外形寸法	36×72×118mm
仕様温湿度	0~+50° C 35~85%RH
パネル寸法	36~72mm
表示桁数	4桁(文字高16mm)

7.2 直流電流計の概要^[8]

直流電流計に渡辺電機工業株式会社のA2100を使用した。直流電流計の外観図を図 7.2 に示す。直流電流計を用いて

Myway インバータ内の直流電流を測定する。使用を表 7.2 に示す。



図7.2 直流電流計

表7.2 直流電流計の仕様

入力信号	直流電流
適合規格	EN61326-1 (入力コード14は適用外) EN IEC 63000
電源	非絶縁電源:DC5V±5% 絶縁電源:DC5V(-5%)~24V(+10%)
許容差	±0.1~0.2%fs
耐電圧	DC500V(絶縁型のみ)
質量	約40g
外形寸法	24×48×40mm
仕様温湿度	0~+50° C 35~85%RH
パネル寸法	24~48mm
表示桁数	3+1/2桁(文字高10mm)

7.3 その他の使用機器

その他の使用機器として以下を用いた

- ・トグルスイッチ
- ・USB-B ケーブル
- ・可変抵抗器

Myway インバータは、交流電源、直流電源どちらも入力することができる。今回製作するモジュールではトグルスイッチを用いて交流電源と、直流電源の入力を切り替えることができる。

USB-B ケーブルで C2000 と PC を繋ぐ。可変抵抗器を用いてモータの回転速度、駆動音を制御する。

7.4 設計図

筐体の設計図の作成は、AutoCAD および、Misumi の Web サイト上にて設計した。また、設計した筐体は MISUMI へ発注し製作した。設計した正面の図面を図 7.3 に示す。

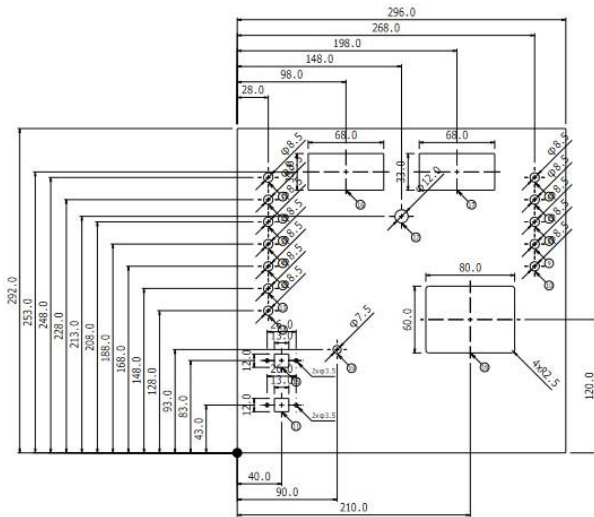


図 7.3 Myway インバータモジュールの正面設計

7.4 製作について

本モジュールに内蔵する、Myaway インバータを固定するため、曲がるステンレス板を使用した。また、端子台を固定するために、底に穴をあけねじで固定し、図 7.4 のように加工を行った。また、図 7.5 に Myway インバータの外観を示す。



図 7.4 Myway インバータ加工図

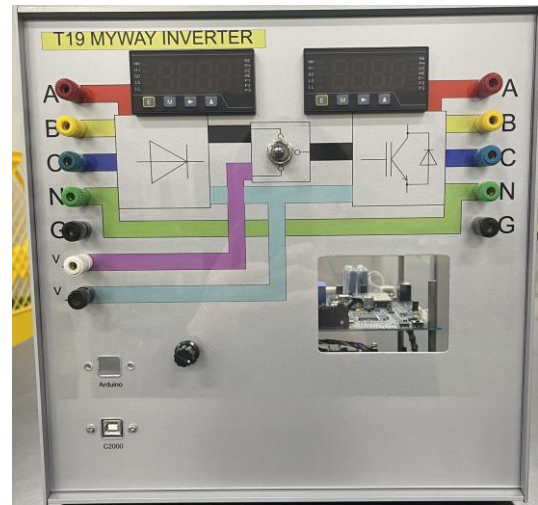


図 7.5 Myway インバータ(外観)

8. まとめ・展望

本研究では、机上で Myway インバータを用いて、モジュール実験を行った。可変抵抗器で、モータの周波数制御と駆動音が正常に制御できていることを確認できた。

謝辞

本研究を行うにあたり、藤田吾郎教授他、安藤英一先生にご指導ご鞭撻を賜り、心より御礼申し上げます。また、たくさんのご助言展望として、効率よく実習として使えるようにマニュアルやエラーの対策まとめ作成する。を頂戴いたしました電力システム研究室の皆様にご感謝の意を申し上げます。皆様の今後のご活躍と御健康を心からお祈り申し上げます。

参考文献

- [1] 一松祥右, 「モジュール型電力系統実習装置の開発」
2012年芝浦工業大学修士論文
- [2] 大野雅人, 「太陽光発電用昇圧型コンバータの製作」
2022年芝浦工業大学卒業論文
- [3] インバータユニット MWINV-1R022/MWINV-5R022
ユーザーズマニュアル Mywayプラス株式会社
- [4] 関口哲史「モジュール型同期発電機実験システムの構築および測定」2021年度芝浦工業大学卒業論文
- [5] チャープ信号 - Wikipedia

<<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%81%E3%83%A3%E3>

%83%BC%E3%83%97%E4%BF%A1%E5%8F%B7>

[6] 12平均律と周波数https://www.aihara.co.jp/~taiji/browser-security/js/equal_temperament.html

[7] 取扱説明書 MODEL A7X11,2,3-X (直流電圧電流測定) 渡辺電機工業株式会社

[8] 取扱説明書 MODEL A2100 シリーズ 渡辺電機工業株式会社

田中 徹

2001年7月7日生。2024年3月芝浦工業大学工学部電気工学科卒業。同年4月より芝浦工業大学院に進学。在学中は、学業に励んだ。

連絡先

〒135-0047

東京都江東区富岡2丁目10-16シテ
ィーイン富岡205

E-mail:ae20045@shibaura-it.ac.jp

