

# スピード・コントローラを 内蔵した赤外線受信機の製作

見  
本



インドア・プレーンのほとんどがモータを動力にしています。モータのスピードをコントロールするためにはスピード・コントローラが必要になります。前章の受信機にスピード・コントローラを組み込んで、その名のとおりモータのスピード(回転数)を制御します。ここでは8ピンのPIC12F629(図5.1)を使って、インドア・プレーンに搭載するための3チャンネルの赤外線受信機を製作します。

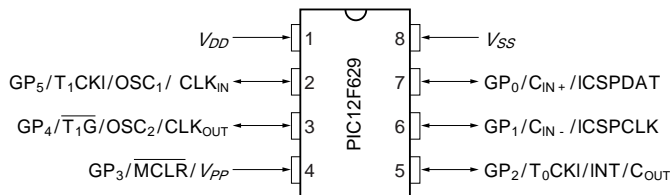


図5.1 PIC12F629のピン配置

## 5.1 受信機の電源について

インドア・プレーンに搭載する場合、電源には電池を使うこととなります。高密度高容量のリチウム電池が向いています。とくにリチウム・ポリマ電池は種類も多く、必要とするパワーに見合った軽量の電池を選択することができるので、インドア・プレーンの電源に最適です。

今回の使用するPIC12F629は、4MHzの内部発振回路を使うと2Vからの動作が保証されています。リチウム・ポリマ電池はセル電圧が3.7Vなので、電池1セルでPICが動作します。組み合わせて使う赤外線受光素子の中には低電圧で動作するタイプもありますが、一般的には定格電圧が5Vです。電池で動力用モータも駆動しなければなりません。PICと赤外線受光素子の消費電流は数mAですが、インドア・プレーンではモータの消費電流が1Aを超えるものもあります。モータ回転時のリプル電圧が、赤外線受光素子とPICに影響を与えるので、電源のフィルタ回路が必要になります。大容量のコンデンサを使うことで電源のリプルを減らすことができますが、容量の大きなコンデンサほど重くなってしまいます。

携帯電話の液晶パネルに使われる、バックライト用の白色LEDをドライブするために、DC-DCコンバータが使われています。この携帯電話に使われているDC-DCコンバータを使って、赤外線受光素子とPICに5Vの電源を供給することにします。このようにすることで、コンデンサを使うよりはるかに軽量で、何よりも、リプル電圧の抑圧特性が優れています。

### DC-DCコンバータ

このアイコンは、章末に用語解説があります

DC-DCコンバータICには優れた特徴があります(表5.1)。チャージ・ポンプ式のコンバータで、外付け部品が少なく済みます。出力電流も赤外線受信機の電源をまかなうのには十分な電流容量があります。

ここでは、最も軽量なりニアテクノロジー製のLTC3200-5というDC-DCコンバータICを使います

表5.1 各社DC-DCコンバータICの比較

メーカー	品番	出力電圧	出力電流	外付け部品	パッケージ
Linear Technology	LTC3200ES6-5	5V ± 4%	100mA	1 μF × 3	SOT23-6
Linear Technology	LTC1754ES6-5	5V ± 4%	50mA	10 μF × 2 + 1 μF	SOT23-6
MAXIM	MAX1595EUA-50	5V ± 3%	125mA	1 μF × 2 + 0.22 μF	8 μ MAX
MAXIM	MAX1595ETC-50	5V ± 3%	125mA	1 μF × 2 + 0.22 μF	12ThinQFN
Texas Instruments	REG710NA-5	5V ± 6%	30mA	2.2 μF × 2 + 0.22 μF	SOT23-6
Microchip	MCP1252-33X50	5V ± 2.5%	120mA	10 μF × 2 + 1 μF + 100k	8MSOP
Microchip	MCP1253-33X50	5V ± 2.5%	120mA	10 μF × 2 + 1 μF + 100k	8MSOP

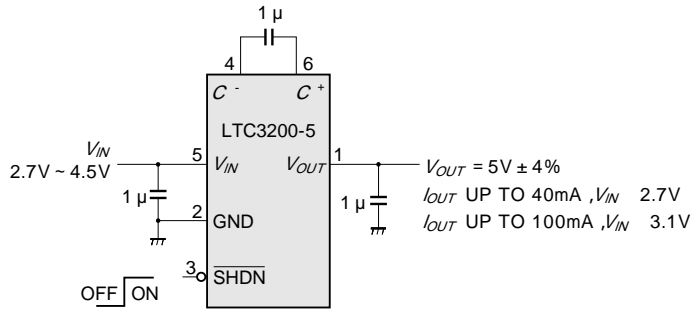


図5.2 LTC3200-5 DC-DC コンバータIC

(図5.2). チャージ・ポンプ 式なので原理的には入力電圧の倍の電圧まで出力することができますが、IC内部の制御回路により出力電圧は5Vに安定化されています。ICのほかにチップ・タイプの1µFセラミック・コンデンサ3個だけで実装することができます。

## 5.2 受信機の回路構成

今回はPIC12F629を使って赤外線受信機を作ります。構成を図5.3に、回路を図5.4に示します。GP<sub>3</sub>を赤外線受光素子からの入力とし、GP<sub>0</sub>とGP<sub>1</sub>をサーボ出力とします。GP<sub>2</sub>にモータをコントロールするためのPWM信号を出力します。

インドア・プレーンに用いられるモータにはその種類も多く、リチウム電池1セルでドライブできるものがたくさんあります。高電圧タイプのモータを使う場合には、リチウム電池2セル、あるいは3セルでドライブする場合がありますが、その場合はPICへの供給電圧をレギュレータ(降圧)で作り出すこととなります。

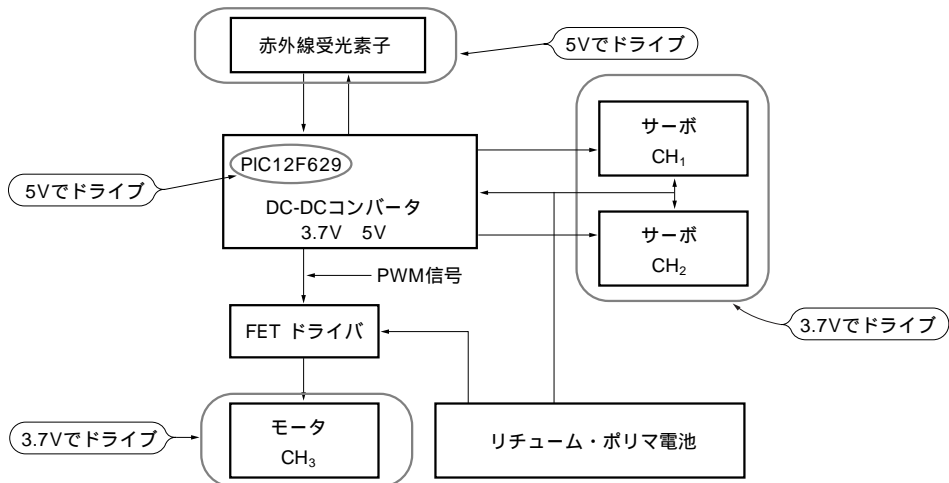


図5.3 受信機の全体構成

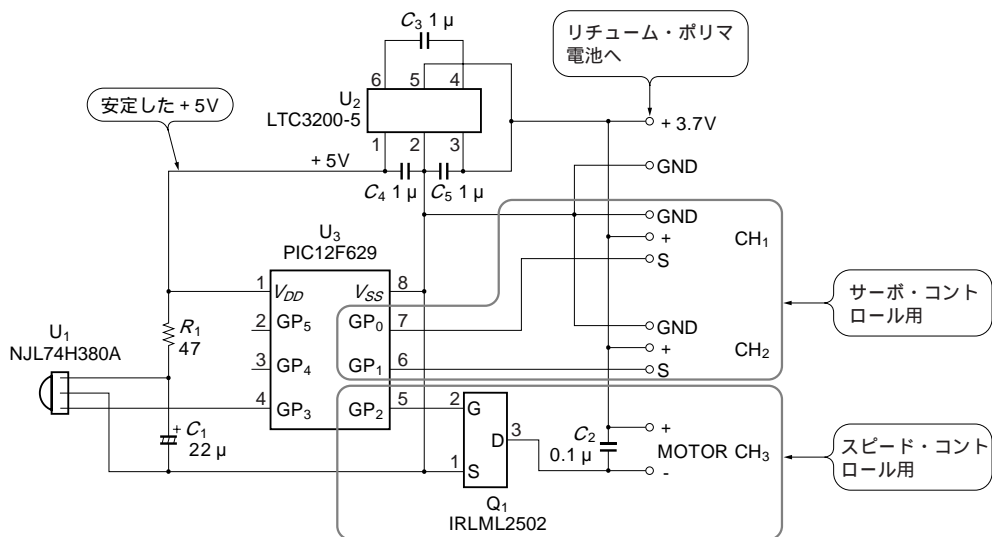


図5.4 スピード・コントローラ内蔵3チャンネル赤外線受信機

リチウム電池1セルでドライブするため、DC-DCコンバータを組み込んでPICと赤外線受光素子に5Vの電源を供給する。赤外線受光素子への電源供給には、モータ回転時の電源ライン・ノイズを低減するために、 $C_1$ と $R_1$ による電源フィルタ回路を組み込む。GP<sub>2</sub>のPWM出力はFETを介してモータをドライブする。

ここではリチウム電池1セルを使い、DC-DCコンバータで5Vを作り出してPICと赤外線受光素子に電源を供給します。モータはPICから出力されるPWM信号で、FETを介してドライブします。また、GP<sub>0</sub>とGP<sub>1</sub>の出力にはサーボあるいはマグネット・アクチュエータ・ドライバなどをつなぐことができますが、本書で作るインドア・プレーン入門機に合わせてサーボをつなぐようにします。

インドア・プレーン入門機に使用するモータは消費電流が1A以下なので、ドライブ用のFET(Q<sub>1</sub>)にはとても小さなものを使えます。このFETを許容電流の大きなものに交換すれば、大きなモータをドライブすることもできます。

赤外線受光素子にはCRによる電源フィルタ回路( $C_1$ ,  $R_1$ )を使っています。飛行機によっては受信機の基板から赤外線受光素子を離して取り付ける場合もありますが、そのような場合は赤外線受光素子のすぐそばに電源フィルタ回路をつけます。その理由は、PWM制御している関係から、モータには断続的に電源が供給されるため、その電圧変動が高感度な赤外線受光素子に影響を与えないようにするためです。

テストにはDIPタイプを使ってもよいのですが、組み込み時には小型パッケージSNタイプを使って軽量化します。モータ・ドライブ用のFETは超小型ながらON抵抗が最大で0.045と低いNチャネルのMOS FETを使っています。SOT23サイズのピン寸法をもちながら、最大4.2Aもの許容電流があります。PICの出力を直接FETのゲートに接続していますが、問題なくドライブすることができます。回路の安定動作を考慮すると、もっと使うべき部品が多くなるのですが、インドア・プレーンに搭載するため、軽さを優先して、あればよいがなくても動作するといった部品は省いています。

$C_1$ にはチップ・タンタル・コンデンサを使います。DC-DCコンバータに使われている3個のコンデンサにはセラミック・コンデンサを使います。

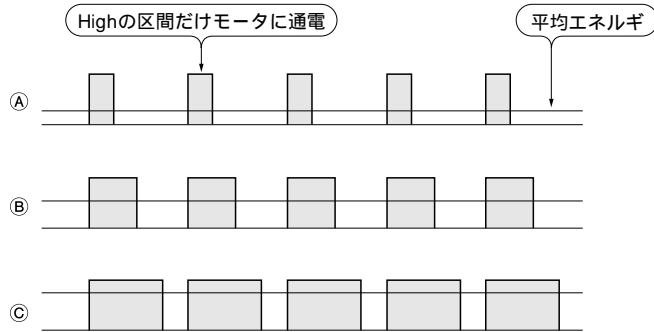


図5.5 PWM制御の原理

### モータのPWM制御

PWM(Pulse Width Modulation : パルス幅変調)とは、周期を一定にして、パルスの1と0の割合を変化させ、ここではモータの速度制御を行うことをいいます。

1と0の割合を変化させることで平均エネルギーを変化させます。1と0を扱うデジタル回路では、モータの速度制御に最も適しています。

図5.5に、DCブラシ・タイプ・モータの速度制御をPWMで制御する原理を示します。PWM信号は一定周期の信号の中でHighになっている区間とLowになっている区間が変化します。Highになっている区間でモータがONになるとすれば、Highの区間が短いほどモータをONにするための平均エネルギーは小さく、Highの区間が長いほどモータをONにするための平均エネルギーが大きくなります。

図5.5のAでは周期の約4分の1がHighになっています。モータをONにするための平均エネルギーは4分の1になります。つまり、デューティ比が4分の1(25%)ということになります。Bは50%のデューティ比、Cは75%のデューティ比で、AからCへの変化につれてモータの速度が速くなります。PWM信号の繰り返し周期は、モータの回転数に比べて十分早い周期である必要があります。

## 5.3 受信機のプログラム

受信機にモータのスピード・コントローラを内蔵させるので、万一受信機が信号を受信できなくなった場合、安全のためにモータの回転をストップさせる必要があります。このフェイル・セーフ機能をプログラムの中に実装させるのにはいろいろな方法が考えられますが、ここでは、ウォッチ・ドッグ・タイマを使っています。

受信機のプログラムの流れを図5.6に示します。

赤外線受光素子の出力信号は負理論なので、信号がないときのPICの入力はHighレベルのままです。信号を受信して初めてPICの入力がLowレベルになります。ウォッチ・ドッグ・タイマを使って、Highレベルが一定時間続いたら、正常に信号が受信できていないと判断して、プログラムをリセットするようにします。

ウォッチ・ドッグ・タイマとはその名のとおり番犬という意味で、プログラムが正常に動作しているかどうかを監視するためのタイマです。以下はプログラム・ソースirxs312.asmからの抜粋です。

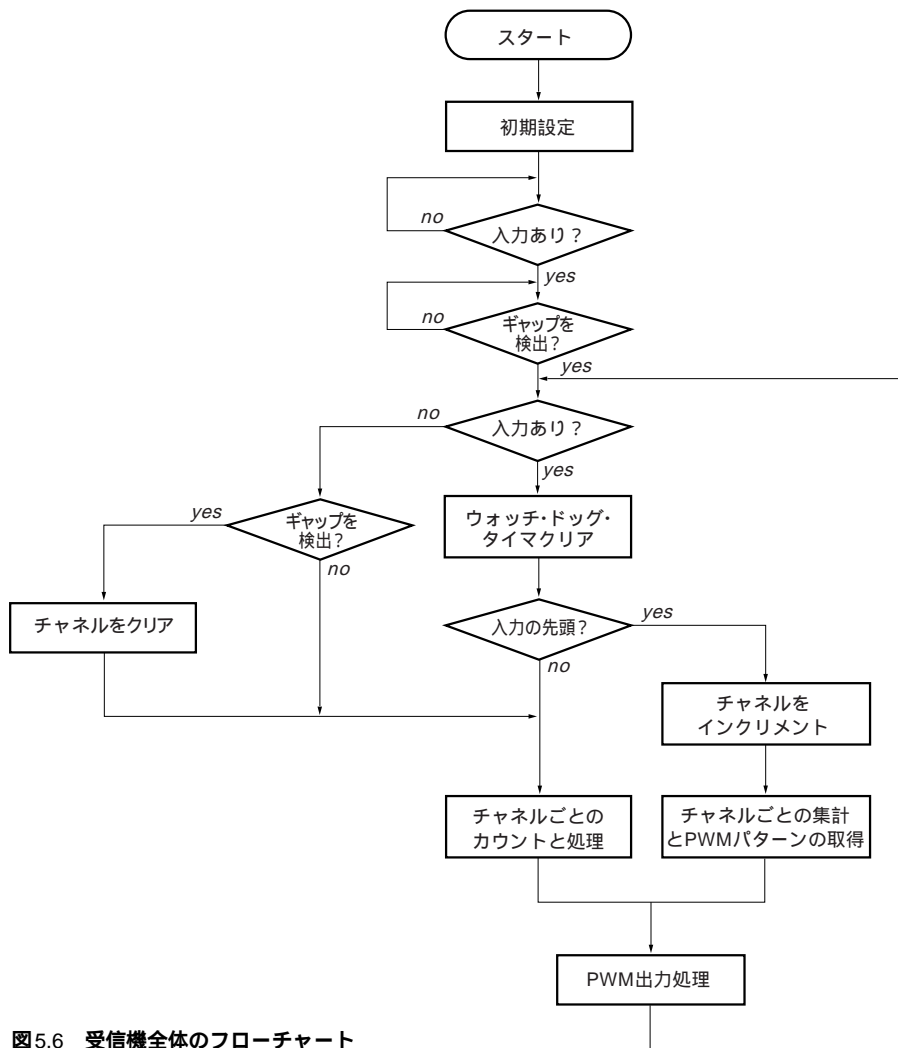


図5.6 受信機全体のフローチャート

### ウォッチ・ドッグ・タイマ

```

; コンフィギュレーション・ビットの設定
__CONFIG_CPD_OFF & _CP_OFF & _BODEN_OFF & _MCLR_OFF & _PWRTE_ON
& _WDT_ON & _INTRC_OSC_NOCLKOUT
    
```

ウォッチ・ドッグ・タイマを使うために、コンフィギュレーション・ビットの設定で、`_WDT_ON` にします。

ウォッチ・ドッグ・タイマはPIC内部にある専用の発振回路で動作していて、18msでタイム・アウトするようになっています。つまり、コンフィギュレーション・ビットでウォッチ・ドッグ・タイマをONにしてプログラムを起動すると、18ms後にプログラムがリセットされて、プログラムの先頭から