

課題情報シート

課題名：	脈拍測定器の製作		
施設名：	関東職業能力開発大学校附属千葉職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電子情報技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

マイクロコンピュータ技術、プログラミング技術、アナログ回路、インターフェイス技術

(2) 課題に取り組む推奨段階

インターフェイス製作実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、マイクロコンピュータの内部モジュールの実践力、アナログ回路技術やインターフェイス技術の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：2名

時間：216時間

学生が興味を持ち、就職後の業務に役立つ課題を考慮しました。

以前に履修した科目内容を活かしたな課題であって、各自が興味を持った課題について、学生に調査させました。これらの作業はカリキュラム内容の必要性を再認識させるために重要であると考えます。ここではセンサ回路・フィルタ・増幅回路・コンパレータのアナログ回路やインターフェイス回路技術、C言語の割込み処理と内部モジュールの利用技術がその対象です。

次に、課題の実施判断は教員が行い、期限内で完成可能なレベルを学生に伝えます。このことは学生に自分の技術レベルを把握させるために必要であると考えます。

また、学生は必要な技術を復習することで技術要素を把握し、それを組み合わせて実践的な技術を習得します。

製作上、問題点が発生しますが、課題に対する基礎知識を持っているので、学生自らの改善が可能であると考えています。

課題の成果概要

脈拍センサ回路の検出部には、フォトフレクタを使用しました。実習で身近なセンサを利用して、自分達の求める仕様で回路設計・動作検証をしました。これにより、センサの特性やフィルタ回路・増幅回路の各特性について理解を深め、回路を改善する技術が身に付きました。

マイコンのプログラミングでは、多くの内部モジュールの利用経験で様々な処理が可能となります。今回は学生に CCP モジュールのキャプチャモードを利用させることでプログラミング技術に幅を持たせることが可能であることを検証しました。キャプチャモードのクロックには 32.768kHz の水晶発振子を用いて、センサのエッジ出力からタイマ1 の値を検出し、脈拍周期を演算によって割り出しました。

製作物について小型化を考慮しましたが、電池を含めたサイズが多少大きくなりました。7segmentLED を利用し電流を考慮しなかったため、小型のボタン電池では電流が不足してしまい、単三電池を使わざるを得なかったことが主な原因でした。それを補う方法として、パッケージに学生自らが工夫を凝らしました。

組込み技術の特徴となるマイコンの内部モジュールを利用しました。また、脈拍センサ部をアナログ回路で構成することで、幅広い分野を習得させた意義は大きいと考えます。



図1 製作基板



図2 ケース画像

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

今回製作したシステム構成は、安価で高性能なマイクロチップテクノロジー社のマイコン

「PIC16F88」(以降PIC®)により脈拍を計測し、3桁表示7セグメントLED

(以降7セグ)に表示させました。システム構成を図3に示します。

センサ回路図を図4に示します。

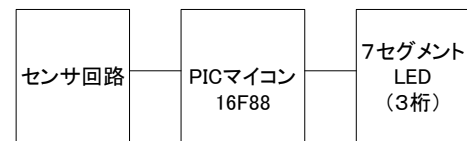


図3 システム構成

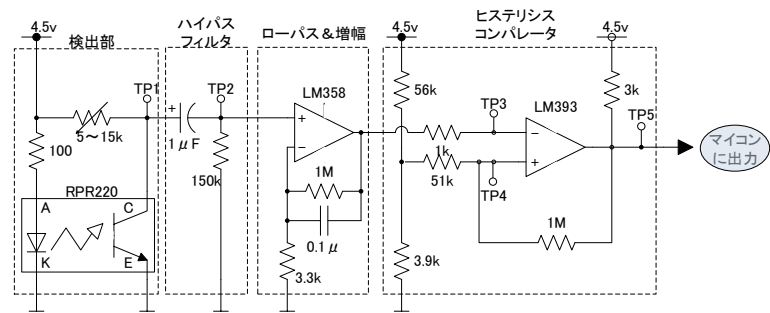


図4 センサ回路図

脈拍センサ回路の検出部にはフォトリフレクタを使用しました。検出部の LED から赤外線が照射され、体内で反射して再び検出部のフォトトランジスタに戻ります。血中のヘモグロビンには赤外線を吸収する性質があり、ヘモグロビン濃度が濃い瞬間、つまり脈を打っている瞬間に、フォトトランジスタに戻る赤外線が減少します。検出部では赤外線量を電圧レベルに変換します。脈拍の周波数を約 1.6Hz 程度として、不要な周波数帯域(ノイズ)を 2 つのフィルタ回路とヒステリシスコンパレータ回路により削除します。

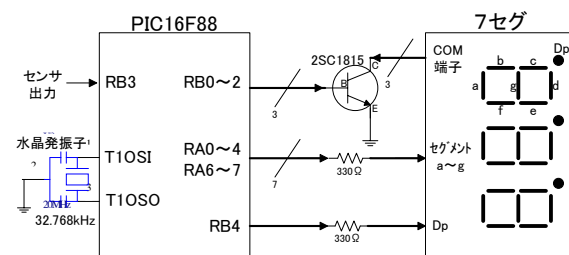


図5 ダイナミック点灯回路

センサ回路からの出力信号の立ち上がりエッジと次の立ち上がりエッジの間隔を「脈拍周期」とします。脈拍周期の計測は、PIC®におけるCCPモジュール(Capture_Compare_PWM-module)のキャプチャモードとして取込み演算処理します。キャプチャモードのクロックには32.768kHz水晶発振子を利用しました。各立ち上がりエッジ発生時にタイマ1の値を検出し、演算して脈拍周期を割り出し、7セグにダイナミック点灯方式によって数値を表示します。ダイナミック点灯回路を図5に示します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○脈拍センサ回路設計によって下記の技術が習得できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アナログ回路技術 ・インターフェイス技術 	<p>◇センサ回路</p> <p>検出部・ハイパスフィルタ・ローパス&増幅の各ブロックに分けて動作特性を理解させました。</p> <p>ノイズにより出力波形のエッジ検出が不安定になるので対策として、ヒステリシスコンパレータを増設させました。これにより、しきい値付近のノイズを除去し符号化することに成功しました。</p> <p>検出部の反応条件が人により変化するので、感度調整用の可変抵抗を実装して改善させました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●各回路動作の理解 回路をブロックごとに分けて、各回路の特性を計測によって理解させると効果的です。 ●動作の検証 回路を接続し、動作を検証します。不具合箇所を洗い出し、原因を探求します。 ●動作の検証 不具合原因の対策を調査し、対策回路の基本動作から理解します。 また、対策回路を増設し、調整します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○脈拍カウントにタイマ1とCCPモジュールを利用することで下記の技術を習得できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部発振子による動作 ・内部モジュールの利用技術 ・割り込み処理技術 ・プログラミング技術 	<p>◇測定及び表示プログラム</p> <p>下記のように、見やすく、表示に工夫をさせました。</p> <p>センサ部の明らかな検出ミスや、表示する数値の安定化を考え、過去3回分の脈拍数の平均を常時表示する工夫をさせました。</p> <p>脈拍数60以下及び250以上に値する入力信号については無視し、且つその範囲の数値は7セグで表示しないようにさせました。</p>	<p>●各部を確実に理解するために順序立ててプログラミングし、デバッカにより動作検証する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①割り込み処理 ②タイマ1の動作確認 ③CCPのキャプチャ動作確認

<所見>

今回の紹介としては学生が自ら考え、完遂するために、3つの指導要素として「事実把握」「基礎技術の習得」「問題解決能力の習得」を考えました。

学生が興味を持つ課題を調査し、実施可能か検討する過程で、自らの技術レベルを自覚させることが可能でした。(事実把握)

次に、必要な要素技術をまず理解させ、各回路ブロックの動作検証を行いました。(基礎技術の習得)

最後に、各回路ブロックを接続してシステム構築し動作検証を行いました。問題点については原因の考察、計測器での調査、改善した回路実装を行いました。(問題解決能力の習得)

学生にはこの経験を通じて、ものづくりの必要な要素、現場での問題解決能力に必要な要素が育成されたと考えます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校附属千葉職業能力開発短期大学校
 住所 : 〒260-0025
 千葉県中央区問屋町 5-25
 電話番号 : 043-242-4166 (代表)
 施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/chiba/college/>