

課題情報シート

テーマ名：	ピークレベル・インディケータの製作		
担当指導員名：	川守田 聡	実施年度：	28 年度
施設名：	東北職業能力開発大学校附属青森職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電気エネルギー制御科
課題の区分：	総合制作実習	学生数：	1
		時間：	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

授業で学んだ理論をどのように使用して設計するのかを体験できるようにしました。また、回路製作では配線の引き回しによって、ノイズレベルがどのように変わるのか体験させるようにしました。基板製作では、はんだ付けの大切さを学ばせました。特に、イモハンダによる動作不良を何度も体験することができ、学生のはんだ付けに対する意識が大きく変わりました。

機器は複数の回路で構成されているので、一つ一つの回路の動作確認、検証を行いながら、回路が確実に設計通りとなるように確認させました。

【訓練（指導）のポイント】

課題を進めていく上で、工程管理が大切です。課題の構成要素を教え、年間のスケジュールを立てさせ、その予定に従って、作業するように指示を出しました。学生はそのスケジュールを見ながら、遅れているときは少し遅くまで残り、課題を解決していきました。前倒して進める意識を常に持たせるように声掛けをしました。

できるだけ一人で考えさせるような配慮をしました。例えば、筐体設計においては、取付部品を取付位置に問題はないか、構造上加工が可能かなどです。ただし、一人で考えさせるのは良いのですが、時間的な制約もありますので、適宜アドバイスや答えを示す工夫も必要です。

電子回路の製作では、まず理論式から部品定数の計算をさせ、ブレッドボード上に回路を作り、特性を測定し、データをまとめて、計算通りの結果となっているか確認させました。なっていない場合は、どこに間違いがあるのか検証させました。

設計から製作まで企業におけるOJTに疑似するような指導をしました。特に、報告・連絡・相談をきちんとし、教員と学生とのコミュニケーションを密にしました。

課題に関する問い合わせ先

施設名： 東北職業能力開発大学校附属青森職業能力開発短期大学校
 住所： 〒037-0002 青森県五所川原市大字飯詰字狐野 171-2
 電話番号： 0173-37-3201（代表）
 施設 Web アドレス： <http://www3.jeed.or.jp/aomori/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

ピークレベル・インディケータの製作

電気エネルギー制御科

指導教員 川守田 聡

1. はじめに

平成 27 年度の総合制作実習では、7つの周波数成分の音の増減を可能にするグラフィック・イコライザの製作を行った。7つの周波数成分の電圧レベルの増減によって音楽信号を自分の好きな音質に調整することができる。

平成 28 年度は、さらに発光ダイオードアレイによる電圧レベルメータを利用し、7つの各周波数成分の電圧レベルを視覚的に認識できる回路の製作を行ったので報告する。

2. オーディオアンプシステムの構成

図 1 にオーディオシステムの構成を示す。

まず、CDやTUNERなどの音源信号がプリアンプに入力される。プリアンプでボリューム回路を通り音の増減を行い、さらにトーンコントロール回路を通して音質の調整を行う。その出力信号はグラフィック・イコライザを通り、7つの周波数成分を細かく音質調整する。グラフィック・イコライザで細かく調整された音信号が、それぞれの周波数成分に対応するLEDアレイによって電圧レベルの大きさに対応したLED数を点灯させるピークレベル・インディケータを通る。ピークレベル・インディケータの出力信号はパワーアンプを通り電力増幅され、スピーカに出力され、音が鳴る構成となっている。

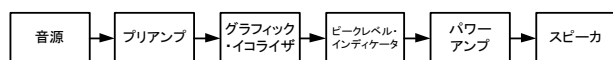


図 1. オーディオシステムの構成

3. ピークレベル・インディケータの構成

図 2 にピークレベル・インディケータの構成を示す。ステレオの右信号と左信号の一部はピークレベル・インディケータに入力され、別の一部は

ダイレクトにパワーアンプに入力される。ピークレベル・インディケータに入力された、右信号と左信号はそれぞれバッファ回路を通る。バッファ回路を通過した信号を加算回路で加算する。このとき、信号は位相が 180° 反転し、電圧レベルも 2 倍になるので、電圧利得が $1/2$ 倍の反転増幅回路で電圧レベルを半分にし、位相を 0° に戻す。位相が 0° に戻った信号はフィルタ回路に入力される。フィルタ回路には、 63 Hz 、 160 Hz 、 400 Hz 、 1 kHz 、 2.5 kHz 、 16 kHz の 7 つの中心周波数をもつ帯域通過フィルタが搭載されている。7 つの周波数成分を持つ帯域フィルタの信号は交流であるので、精密整流回路によって交流から直流に変換し、LEDアレイを駆動するドライブ回路に入力される。ドライブ回路では入力された直流電圧に相当する数のLEDを駆動させLEDが点灯する。このような回路構成となっている。

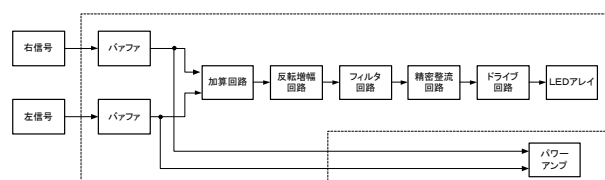


図 2. ピークレベル・インディケータの構成

4. フィルタ回路

図 3 に製作した中心周波数 $f_0 = 1 [\text{kHz}]$ 帯域通過フィルタの回路図を示す。設計仕様は中心周波数 $f_0 = 1 [\text{kHz}]$ 、中心周波数での利得 $A_0 = 1$ [倍]、 $Q = 2$ 、 $C = 0.01 [\mu\text{F}]$ とした。

図 4 に設計した中心周波数 $f_0 = 1 [\text{kHz}]$ の帯域通過フィルタの周波数特性を示す。中心周波数 $f_0 = 1 [\text{kHz}]$ 、 $Q = 2$ となっていて、設計通りとなっていることがわかる。

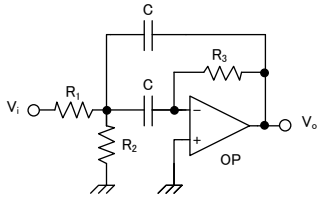


図 3. 製作した中心周波数 $f_0 = 1$ [kHz] の帯域通過フィルタの回路図

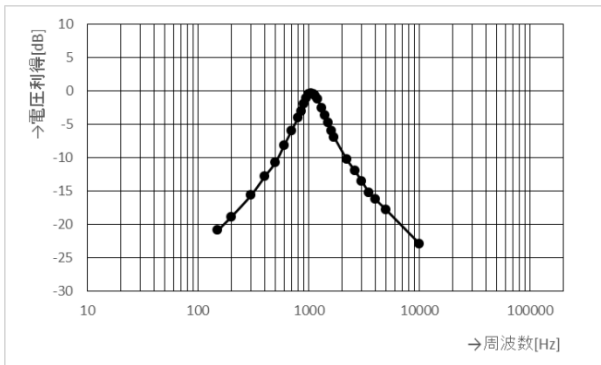


図 4. 製作した中心周波数 $f_0 = 1$ [kHz] の帯域通過フィルタの周波数特性

5. 精密整流回路

図 2 に示すフィルタ回路の出力電圧は交流である。LED アレイを駆動するドライブ回路は直流であるから、交流を直流に変換する整流回路が必要となる。

交流信号を整流する場合、通常のダイオードを用いた整流方式では素子の順方向電圧降下のため整流電圧波形が歪んだり、入力信号が非常に小さい場合には出力電圧が得られないという欠点がある。このように、小信号を扱う整流回路はオペアンプを用いた理想化ダイオード回路を用いた全波整流回路を使用する。

図 5 に製作した精密整流回路（全波整流回路）の回路図を示す。精密整流回路の出力電圧は負電圧であるため、反転増幅器で正電圧にしている。

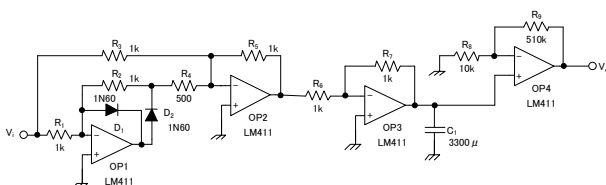


図 5. 精密整流回路の回路図

また、CD プレーヤなどの音源の信号は最大で約 1 [V_{0-p}] であるが、フィルタ回路で信号が分離されると、約 100 [mV_{0-p}] と小さい電圧となる。そのため、最大 5 [V] で LED が点灯するために、非反転増幅回路で 52 倍に増幅している。

6. LED アレイドライブ回路

図 6 に LED アレイドライブ回路の回路図を示す。LED ドライブ回路素子にリニアスケールの LM3914 を使用した。7 番ピンの REFOUT 端子の電圧はデータシートから $V_{REFOUT} = 1.25 (1 + R2/R1)$ で表される。

ここで、 $R1 = R2 = 1$ [$k\Omega$] とした。このとき、 $V_{REFOUT} = 2.5$ [V] となる。これは LED 素子 10 個すべてが 2.5 [V] になると点灯するということである。すなわち、LED 素子 1 個は 0.25 [V] 間隔で点灯する。下位 10 個の LED 素子は入力電圧が 2.5 [V] 以上になるとすべての LED が点灯する。入力電圧が 2.5 [V] を超えた場合、差動増幅回路で 2.5 [V] 引くことによって、 $2.5 \sim 5$ [V] の電圧を表示できるようにした。

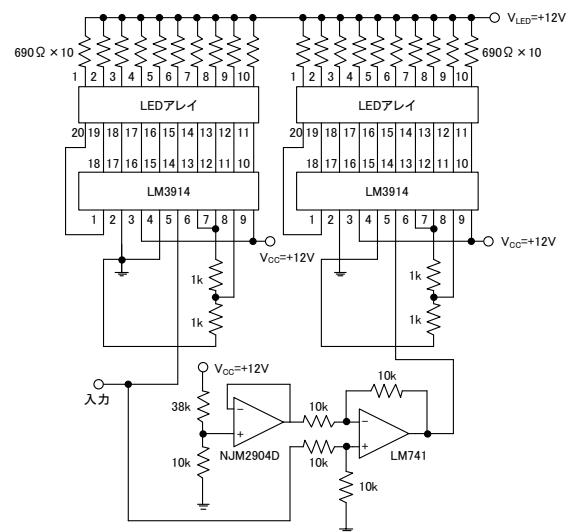


図 6. LED アレイドライブ回路

7. おわりに

各部位の基板はできたが、筐体への総合配線ができていないので、卒業までに完成させる予定である。

課題実習「テーマ設定シート」

科名：電気エネルギー制御科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		ピークレベル・インディケータの製作	
担当教員		担当学生	
○電気エネルギー制御科 川守田聡			
課題実習の技能・技術習得目標			
ピークレベル・インディケータの設計と製作を通して、設計、製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けるとともに、小信号増幅回路や負帰還増幅回路、電源回路の設計・製作を通して、実践的な電子回路設計技術を身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
専門課程において電子回路に関する技術を授業において習得するが、実際に設計仕様を元に電子回路を設計することはない。しかし、本実習では、単に電子回路を製作するのではなく、授業で学んだ知識をどのように設計に生かすかを学ぶことによって、電子回路設計法を習得することができる。設計法を習得することにより、より生産現場に近い技術という付加機能を持たせることにより、「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識します。			
実習テーマの特徴・概要			
小信号増幅回路および負帰還増幅回路の設計技術を学び、実際に設計演習を行い、トランジスタやオペアンプ回路の回路設計法を習得し、体系的に電子回路を学ぶ。また、統合組立・調整・動作試験を行います。また、完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成します。			
No	取組目標		
①	小信号増幅回路、負帰還増幅回路について理解します。		
②	小信号増幅回路、負帰還増幅回路の設計・製作を行います。		
③	応用課題としてピークレベル・インディケータの製作を行います。		
④	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑤	5 S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			