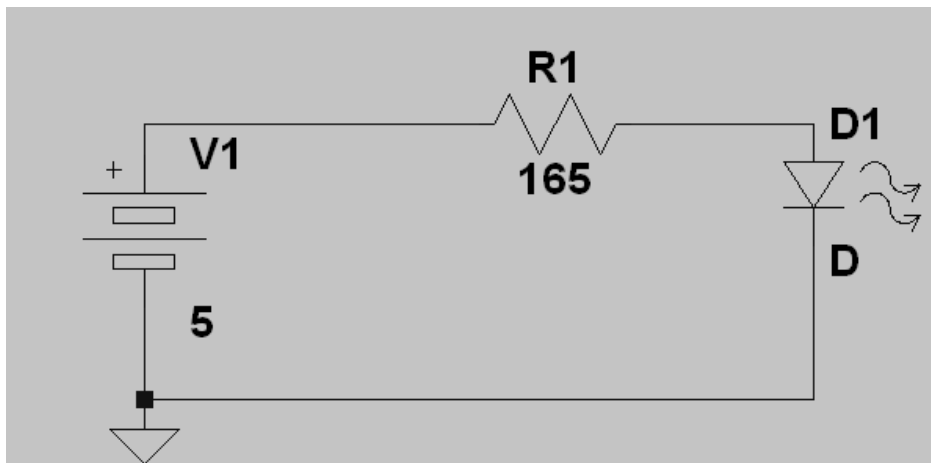
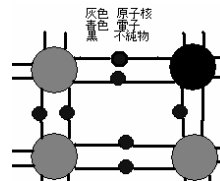
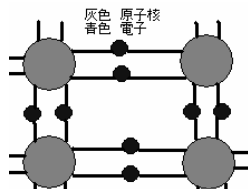


今回は工科展で使用したダイオード、トランジスタの説明を行います。
最初に電子部品、回路の説明にリニアテクノロジー社から無料で配布されている回路シミュレータ「LT Spice」を使用します。

「LT Spice」とは電子部品を選び、それを配線することにより測定点の電圧、電流をグラフにして表示してくれるソフトです。



ちなみにダイオード、トランジスタなどは n 型半導体と p 型半導体の組み合わせによってできており、これは半導体のシリコンに不純物を混ぜることによって作られる。



シリコンはお互いに電子を共有しあって結合している。しかし、ここに別の不純物たとえば価電子の数が3つの物質を混ぜた場合、シリコンの価電子数は4つであるため一箇所電子のない場所ができてしまう。これをホールまたは正孔と呼ぶ。

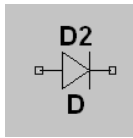
ホールには電子がなく + に帯電してしまい他の結合している電子を取ってきて結合しようとする。するとその電子のあった場所にホールができてしまい、他の電子を取ってくる。この一連の動きにより電圧をかけると電子が移動し電流が流れるようになる。

逆に価電子 5 個の物質を混ぜた場合電子が 1 個余ることになり、これが自由電子となり電圧をかけると自由電子が移動して電流が流れるためである。

前者を p 型半導体、後者を n 型半導体と呼ぶ。

1 ダイオード

なお半導体の構成等の詳しい説明は省略する。



ダイオードとは、主に整流の用途で使われる素子である。

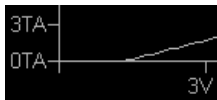
この素子は、ある一方の方向に電圧を加えた場合一気に電流が流れ、逆の方向に電圧を加えるとほとんど電流は流れない。

この性質を利用し整流を行います。なおこの流れやすい向きを順方といいます。

順方向

回路上では左の図の記号で書かれています。

この素子に電圧をかけた場合

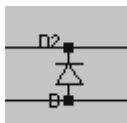


左のグラフは、縦軸に電流、横軸に電圧をとっている。

ダイオードに順方向の電圧を加えた場合、およそ 0.8v 付近で一気に電流が流れてしまいます。(なお単位はテラである)

そのため電流が流れすぎないように抵抗をつなぐ必要があります。

では逆の電圧を加えた場合どうなるか。

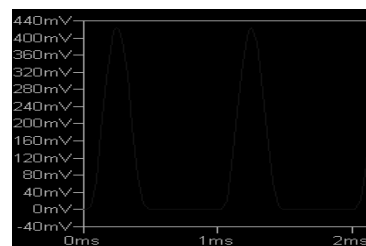
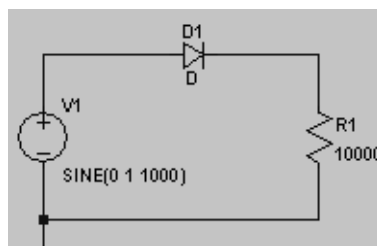
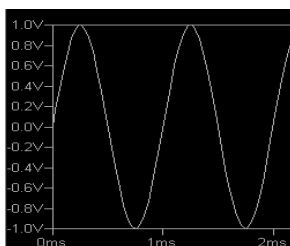


その場合はほとんど電流が流れませんが、ある電圧以上になった場合突然電流が流れるようになります。

この現象を降伏現象と呼び、これを応用して左図のようにすると出力側の電圧を安定化することが可能となります。

(左側入力 右側出力)(上線 + 下線 -)

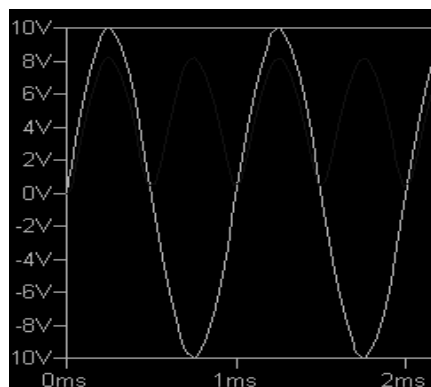
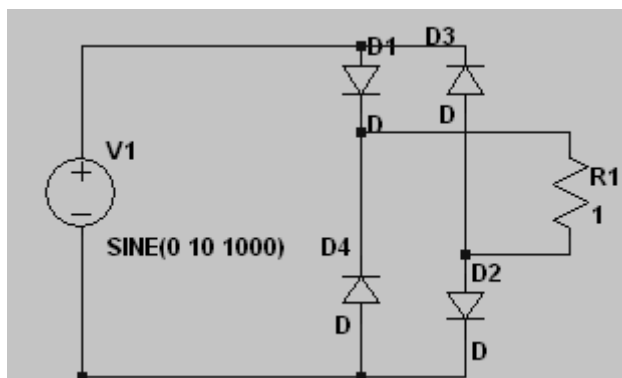
例 整流



交流電源 V1 より左のグラフの交流電圧が流れている。この信号をダイオードに通した場合右のグラフのような電圧になる。これはダイオードによって交流電圧のマイナスの部分が通らなくなりプラスの部分のみ通るためである。

しかし、これでは効率が悪いのでダイオードを 4 つ使ったダイオードブリッジという回路が主に使われています。

ダイオードブリッジ



(回路図)

(緑：電源波形 青：R1 出力波形)

前回の回路では+と-の交流のうち+の部分だけ使っていたが上の回路では+と-両方を同じ方向に流す働きがあります。

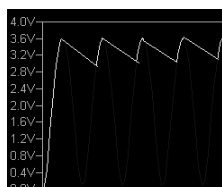
この回路での電流の動きを見てみると+の部分より出た電流はD1を通り、R1に入りR1を出た電流はD2を通り電源の-に戻ってきます。

今度は逆に-から出た電流はD4を通りR1に入る。そしてD3を通り電源の+に戻る。

これを示しているのが右上のグラフで、+、-が交互に切り替わる交流を流しても

-の部分反転して+になり、R1に入っているのがわかります。

ここでR1と並列にコンデンサと呼ばれる部品をつけるとR1にかかる波形の谷の部分をややかにすることができます。

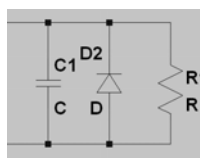


青の線はコンデンサなしの時の波形

黄色はコンデンサをつないだときの波形

コンデンサの容量が大きいき波形はさらに緩やかになり、小さい場合は青の波形の形になっていく。

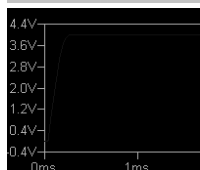
なぜ波形が変わるのかというと、コンデンサは簡単な充電電池であるため電流が増加するときに充電を行い、逆に減少するときは放電を行うためである。



これを応用し、大容量のコンデンサをつなぎ、谷の部分をほぼ無しにしてダイオードを並列につなぐと安定化された電源を作ることができる。

(なおRは出力先の抵抗である。)

現在安定化用のダイオードとしてツェナーダイオードが製造されており必要に応じていろいろな電圧を出力できるようになっている。



おまけ

おまけとして発光ダイオードを気からせる回路の説明をします。

なお光らせるには下書いてあるくらいの知識が必要です。

光らせるダイオードによってダイオードに加える電圧が異なる。

白色だと 3.2V くらい赤色なら 1.7V くらい

電流は 20mA くらいだけど物による。

ここら辺は、メーカーのサイトまたはお店にて要確認

電流を定格以上に流すと寿命が縮まるし最悪の場合破壊される。

まず光らせるのに使う電源を用意しなければならない

今回は 5V を出力する電源を用意し、赤色の LED を使うことを想定する。

まず LED に 1.7V くらいの電圧をかければよいので電源電圧 5V から LED にかかる電圧を引き、抵抗にかかる電圧 E_r を求める。

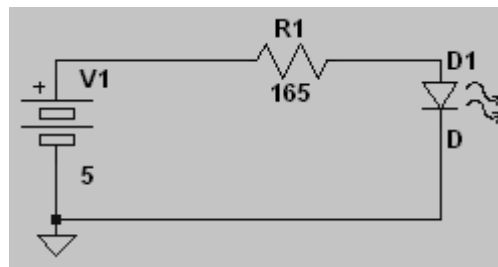
$$E_r = 5 - 1.7 = 3.3V$$

これにより抵抗に 3.3V の電圧がかかるようにすればよい。

ダイオードに流れる電流はだいたい 20mA (= 0.02A) 流せばいいのでオームの法則を使って抵抗値 R を求める。

$$R = 3.3 \div 0.02 = 165$$

これにより抵抗 165 Ω をつなぐことにより LED を光らせることができます。



ちなみにダイオードにはLEDのほかツェナーダイオードなどのさまざまな用途に使われるものがあります。

2.1 トランジスタとは

トランジスタは主にスイッチング、信号の増幅の用途に用いられる。

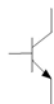
ベースに電流を流しながらコレクタ エミッタ間に電流を流した場合

コレクタ エミッタ間にはベース電流の数十～100 倍（物による。）の電流が流れる。

これを増幅と言い、信号の増幅等に用いられる。

C コレクタ

B ベース



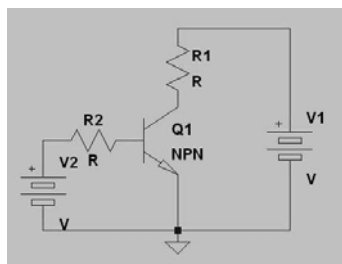
E エミッタ

なおベース エミッタ間はダイオードと同じ特性があり 0.7V 以上の電圧が必要である。スイッチングに関しては、単純にベースに電流を流せばエミッタコレクタ間に電流が流れる特性を使っただけである。

2.2 信号の増幅

トランジスタを用いベース電流 I_b を増幅するがそのときに注意する点がある。

ベースに $10\mu A$ の電流が流れていた場合コレクタ エミッタ間には、約 $1mA$ の電流が流れ、トランジスタにかかる電圧は抵抗 R の値によって決まる。単純に R の抵抗値が大きければトランジスタにかかる電圧は小さくなり、逆に小さければトランジスタにかかる電圧は増加する。



オームの法則より $V_{11} = R_1 \times I_{ce}$
これにより求まる V_{11} は抵抗にかかる電圧である。
トランジスタにかかる電圧 V は

$$V = V_1 - V_{11}$$

となる。

ベースに $15\mu A$ の電流が流れた場合、コレクタ エミッタ間の電流 I_{ce} は $1.5mA$ まで上昇するが電圧は、 $V = R_1 \times I_{ce}$ によって決まるのでトランジスタにかかる電圧は減少する。

逆にベースに $5mA$ の電流を流した場合、コレクタ エミッタ間の電流は $0.5mA$ まで下がり、電圧は上昇する。

これらを注意してトランジスタにかかる電圧、電流が定格を越えないようにしないとすぐに壊れてしまいます。

今回誌のネタとして電子回路に使われている電子部品の簡単な解説を行いました。だいたいの電子回路は基本的にこれらの部品の組み合わせによってできているが近年では増幅に使われるオペアンプ、トランジスタなどの回路を集積した IC が多く使用されるようになり回路がかなりシンプルになってきました。電子工作をやってみたいという人はまず各社から発売されている工作キットを製作してみるのがいいかもしれません。

キットには必要な部品や基盤、回路図、解説がついてくるので初心者にも最適です。

キット、部品を販売している会社

秋月電子 <http://akizukidenshi.com/>

千石電子 <http://www.sengoku.co.jp/modules/wraps/index.php/index.htm>

名古屋市の大須にも電子部品やキットを扱っているお店があるので興味がある方は私に連絡をくれればご案内いたします。以上で説明をおわります。