



Planetarium Power-up Project

ELECTRO

電源部の製作

- 電源部は全ての機械に動力を送り込むという意味で最も重要な装置である
- 電源部の製作の目標は任意の電圧のDC電源をAC100V電源から取り出すことである。
- 途中、シリーズレギュレータとスイッチングレギュレータの二つの方法について検討し、最良と思われる設計を目指す

電源製作における注意

- 今回は**高圧電源を使用**するため、**以下の事故が想像される**

過電流

漏電

感電

これらの危険は**死傷事故に発展したり、
大学側(特に理学部)に多大な迷惑をかけることになる。**

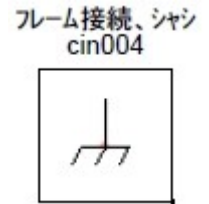
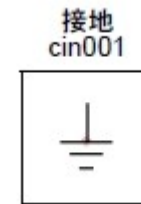
しかし、**電源設計において常に隣にあるものなのでいかなる時
も安全確認、安全対策や設計確認を怠ってはならない。**

くれぐれも**関西電気保安協会にお世話にならないように。**

電気基礎(1)

- 電流を流すのにはループが必要。
たまにステレオのジャックって右と左の二つの信号で何故三つ端子があるのと聞かれるが…
信号の部分をSignalといい、便宜上0VとするところをGround(GND)という。

普通はループの帰るところをGNDとする

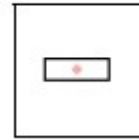


電気基礎(3)

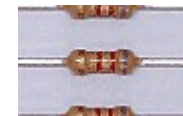
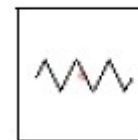
- 基本的な部品

- 抵抗(R) 電力を熱エネルギーに変換して消費する。
パラメータは抵抗値(Ω),許容電力(W),許容誤差(%)
1本5円

抵抗器
cka001

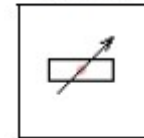


抵抗／抵抗器
chc002

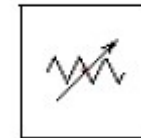


- 可変抵抗(VR)抵抗値の変えられる抵抗
パラメータは抵抗値(Ω),許容電力(W),許容誤差(%)
1本100～160円

可変抵抗器
cka002

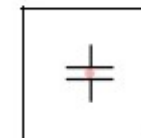


可変抵抗／可変抵抗器
chc005



- コンデンサ(C)
電気を溜めたり充放電する
パラメータは静電容量(F),耐圧(V)
容量は1pF～0.22uFくらい
1本10～20円

コンデンサ(キャパシタ)
ckb001



電気基礎(4)

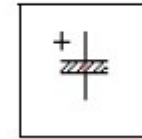
- 電解コンデンサ(C)

誘電体に電解液を用い容量を上げたコンデンサ
パラメータは静電容量(F), 耐圧(V)

範囲は1 μ F~2200 μ F

極性(±)があり、これと耐圧を間違えると、密閉された電解液が気化して爆発を起こす。
1本10~1000円

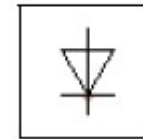
電解コンデンサ(有極性)
chc026



- ダイオード(D)

三角の底辺から先の方へのみ電流を通す。
1本15~30円

半導体ダイオード
clc001

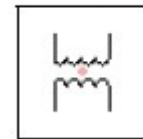


- トランス(Tr)

交流電圧を変化させる

パラメータは入力電圧(V), 出力電圧(V), 許容電流(A)
1本500~1000円

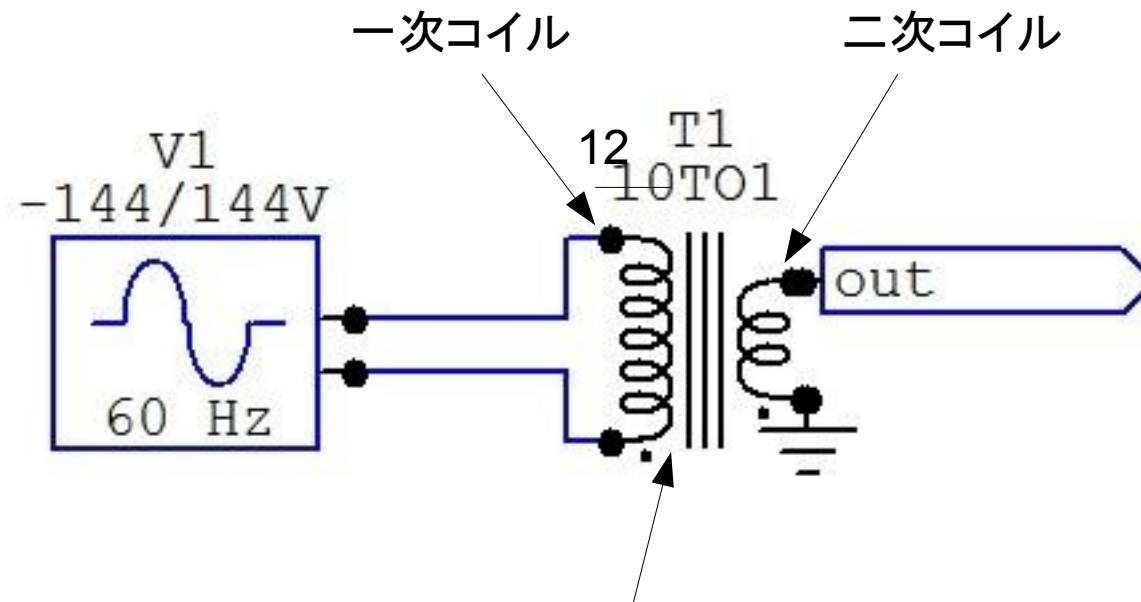
2巻線変圧器
cmc002



DCxVを作る電源を分解(概要)(飛ばし読み)

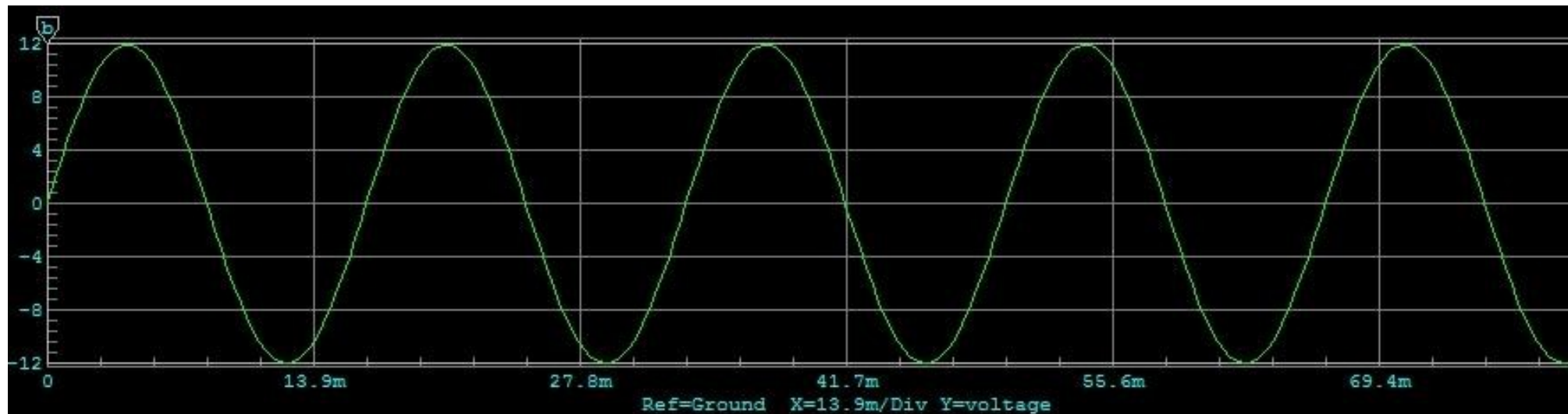
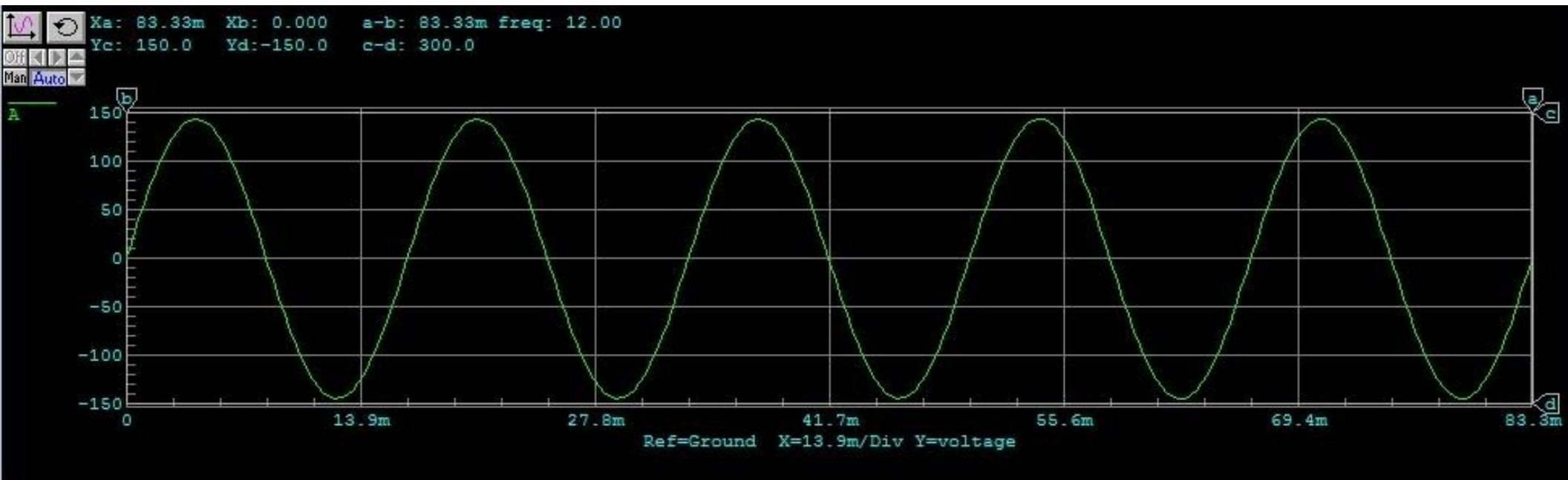
- シリーズレギュレータの場合
 - 入力はAC100V
 - 降圧回路でAC(x+α)Vに変換する
 - 平滑回路でDC(x+α)Vに変換する(リップルが存在する)
 - 整流回路でリップルを除去する
 - 変圧回路でDCxVに変換する
- スイッチングレギュレータ
 - 入力はAC100V
 - 整流回路でDC(x+α)Vに変換する(リップルが存在する)
 - 半導体素子によるスイッチングでパルス波を生成
 - 電力を電圧と電流に振り、直流電流を得る

降压回路



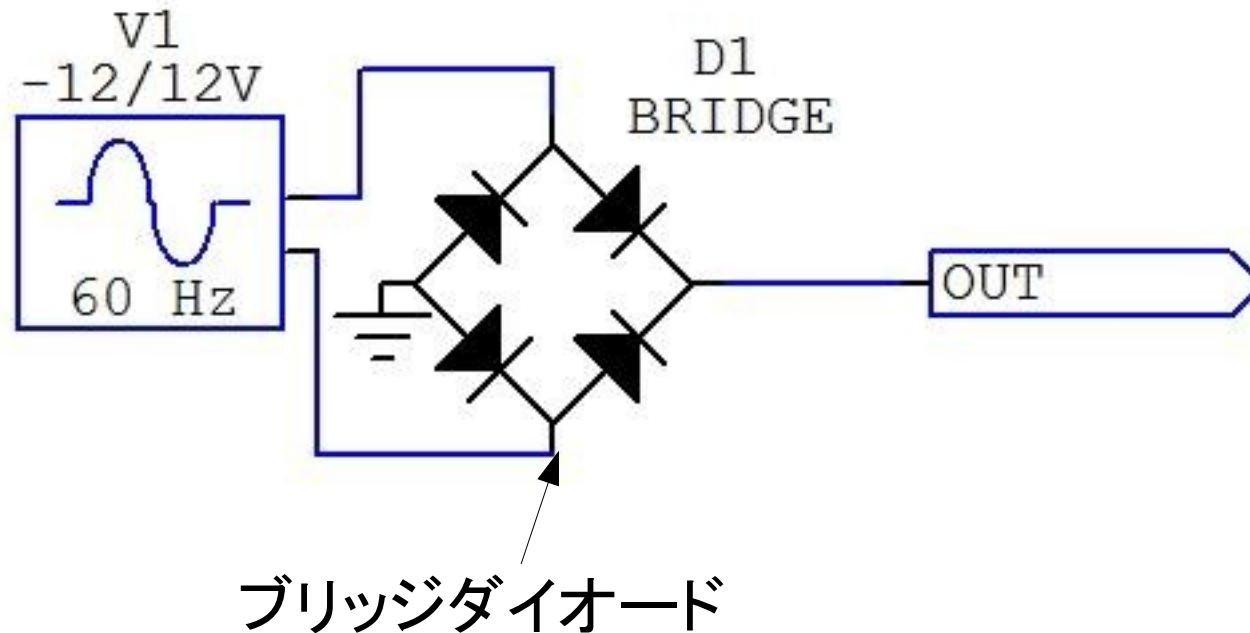
変圧器(トランス)

同一の鉄芯に二方向から巻き線をしたもの。
一次コイルと二次コイルの巻き線数を変えて交流を流すと電磁誘導で電圧が変化する。
理論上は一次コイルと二次コイルで電力量は変わらない。(現実には若干熱となる)
このトランスは12TO1であるので入力 $V_p=144V$ なら出力 $V_p=12V$ となる。
トランスには電流定格があり、これを超えると壊れる。
入力電流が0.1Aなら出力電流は1.2A、定格が1.2Aあればよいことになる。



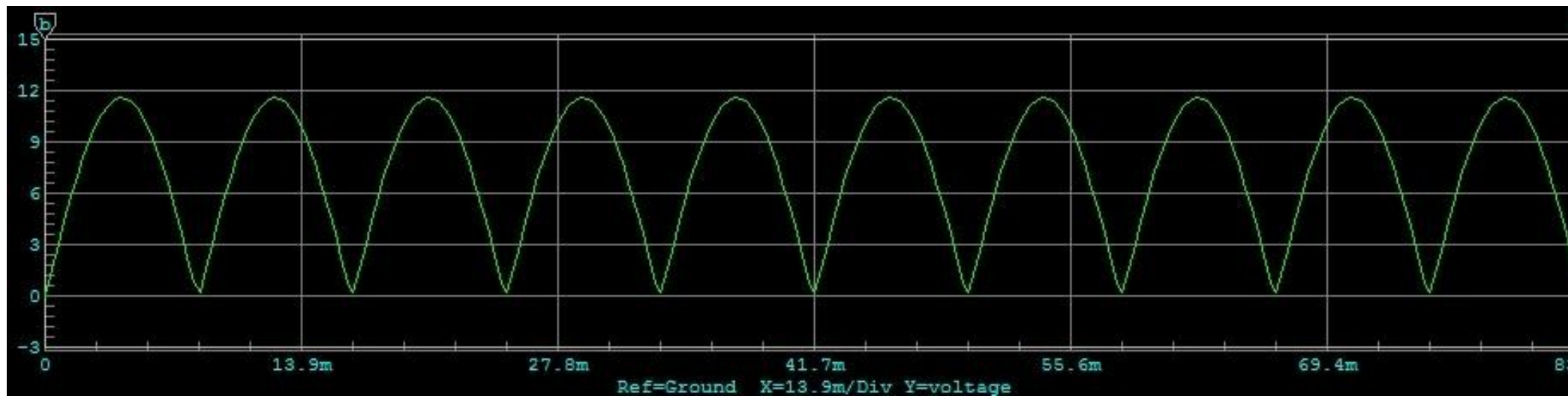
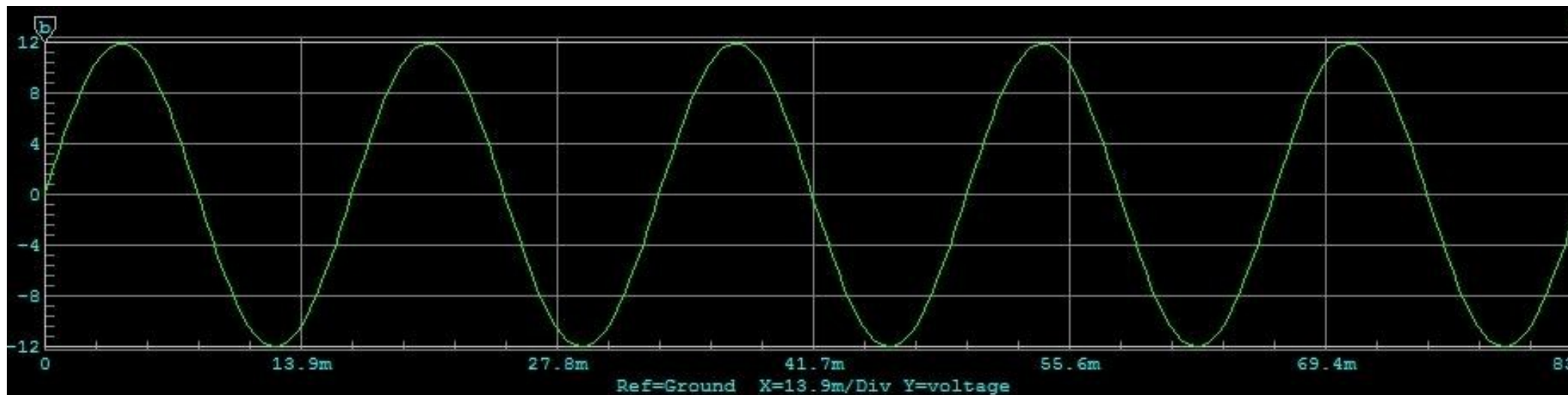
厳密にはコイルの位相や遅れがあるが後に必要なくなるのでここでは無視する

整流回路

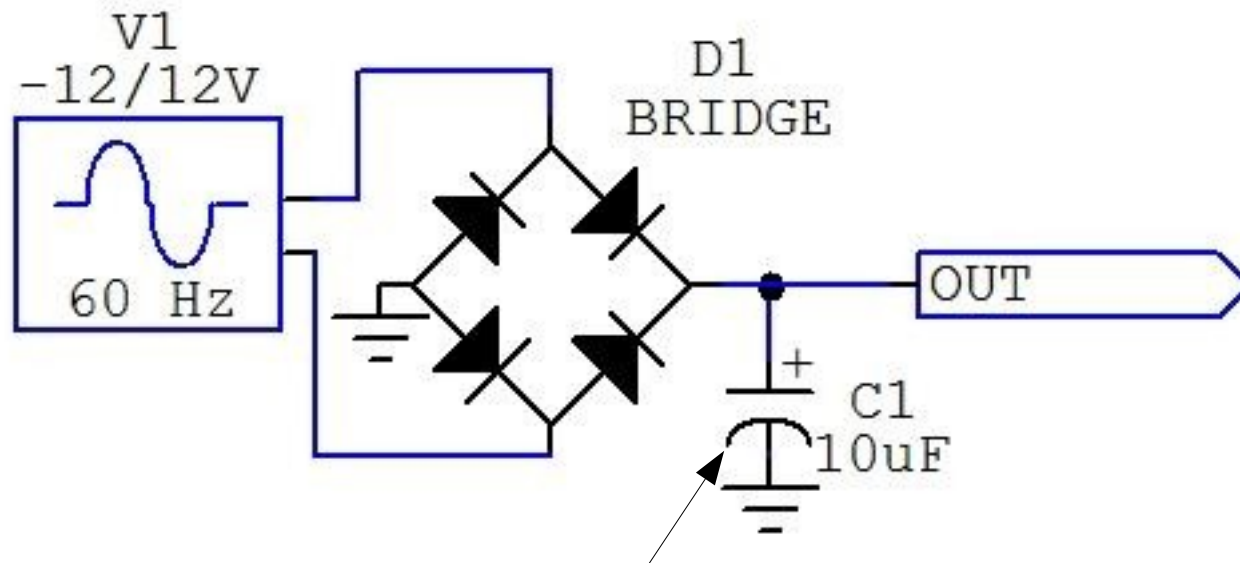


交流電流を全波整流するために使う部品。
ダイオードは一方向にしか電流を通さない。
なぜ整流できるかはダイオードを全てたどればわかるはず。

出力波形は？



平滑回路



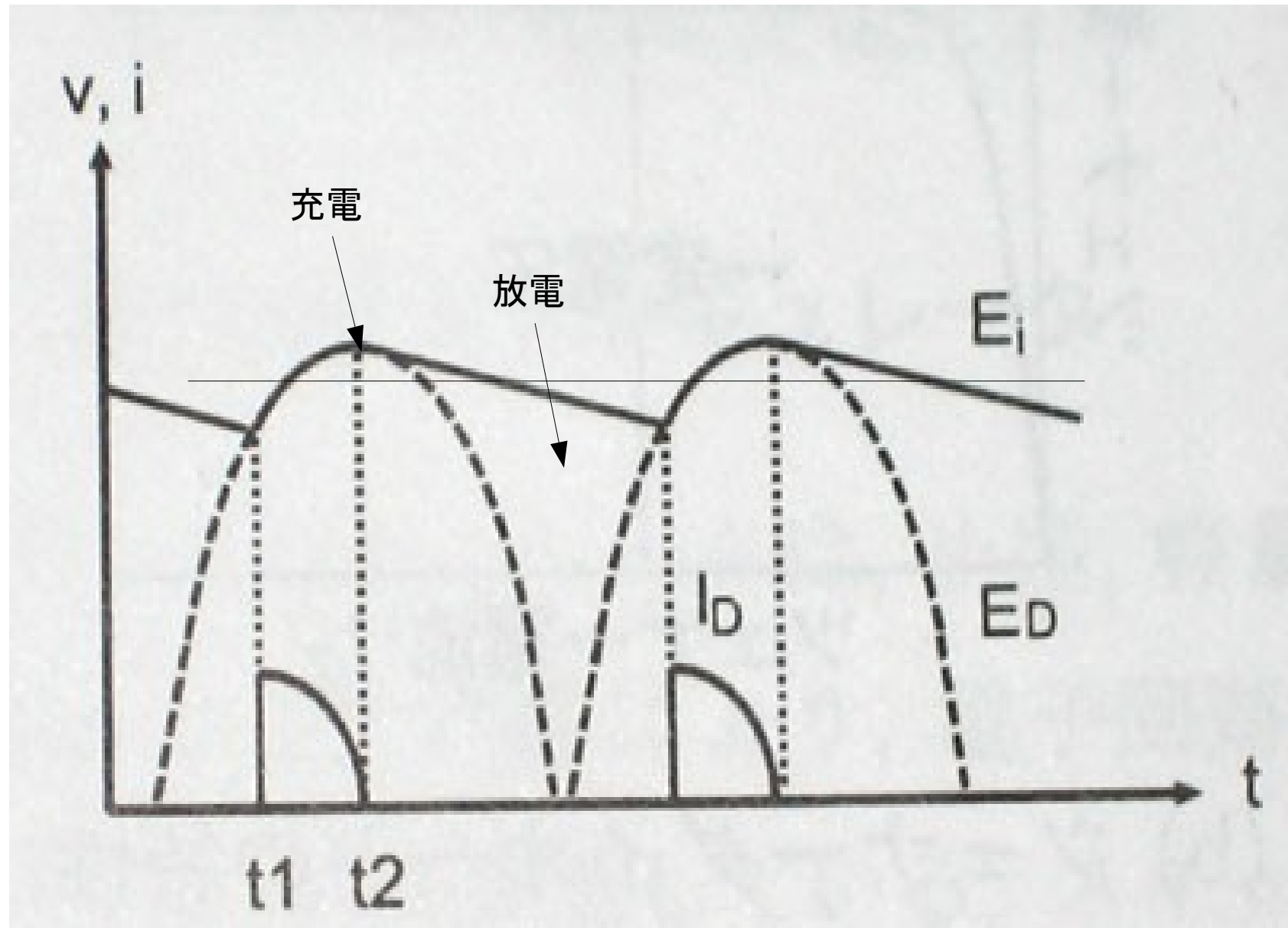
電解コンデンサ

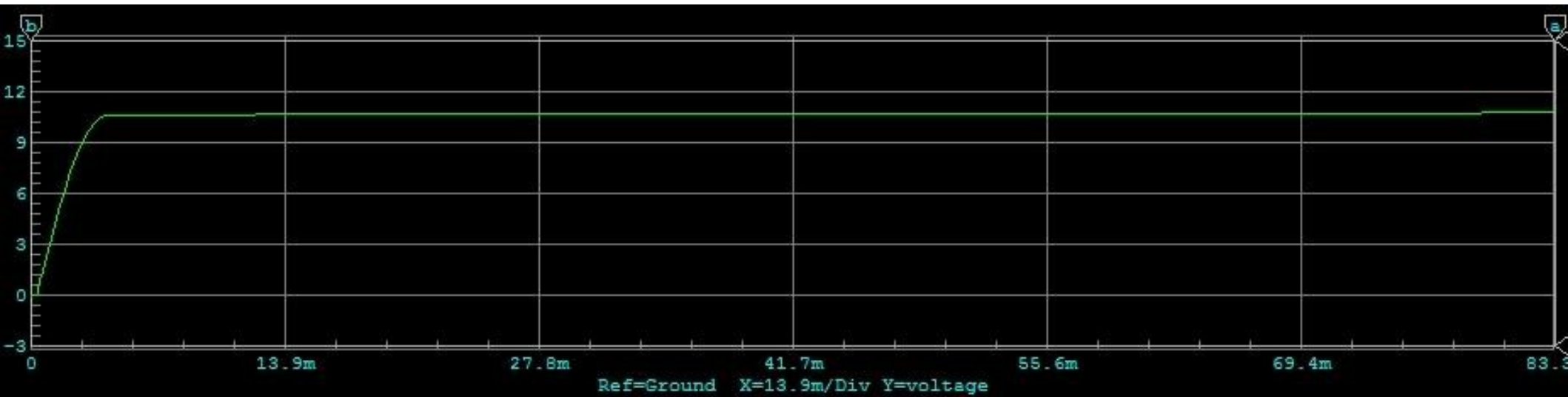
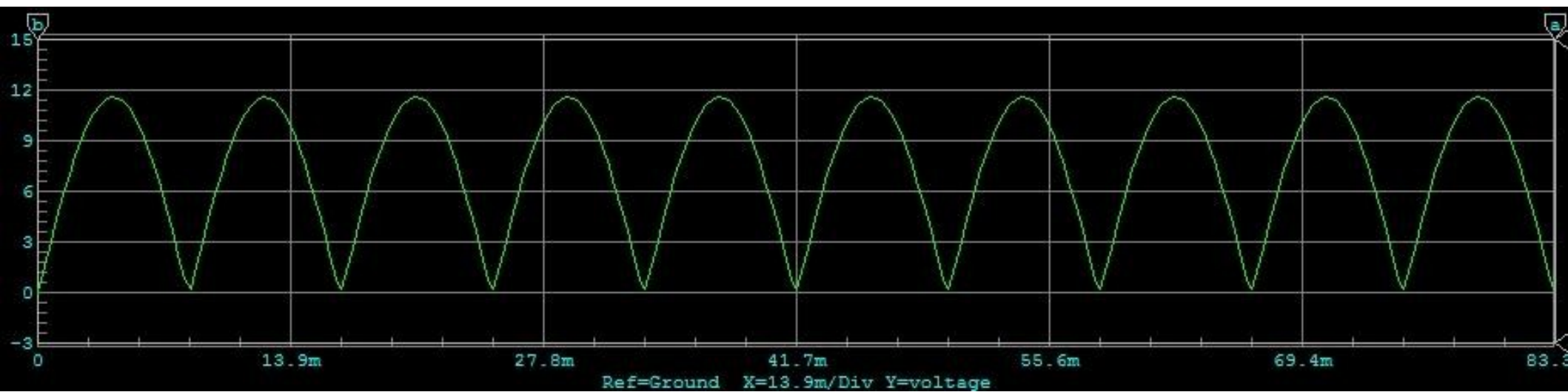
交流電流に対して充放電の働きのあるコンデンサを挟む。

交流波形に沿って電圧の高い時は充電、電圧の低い時は放電する。

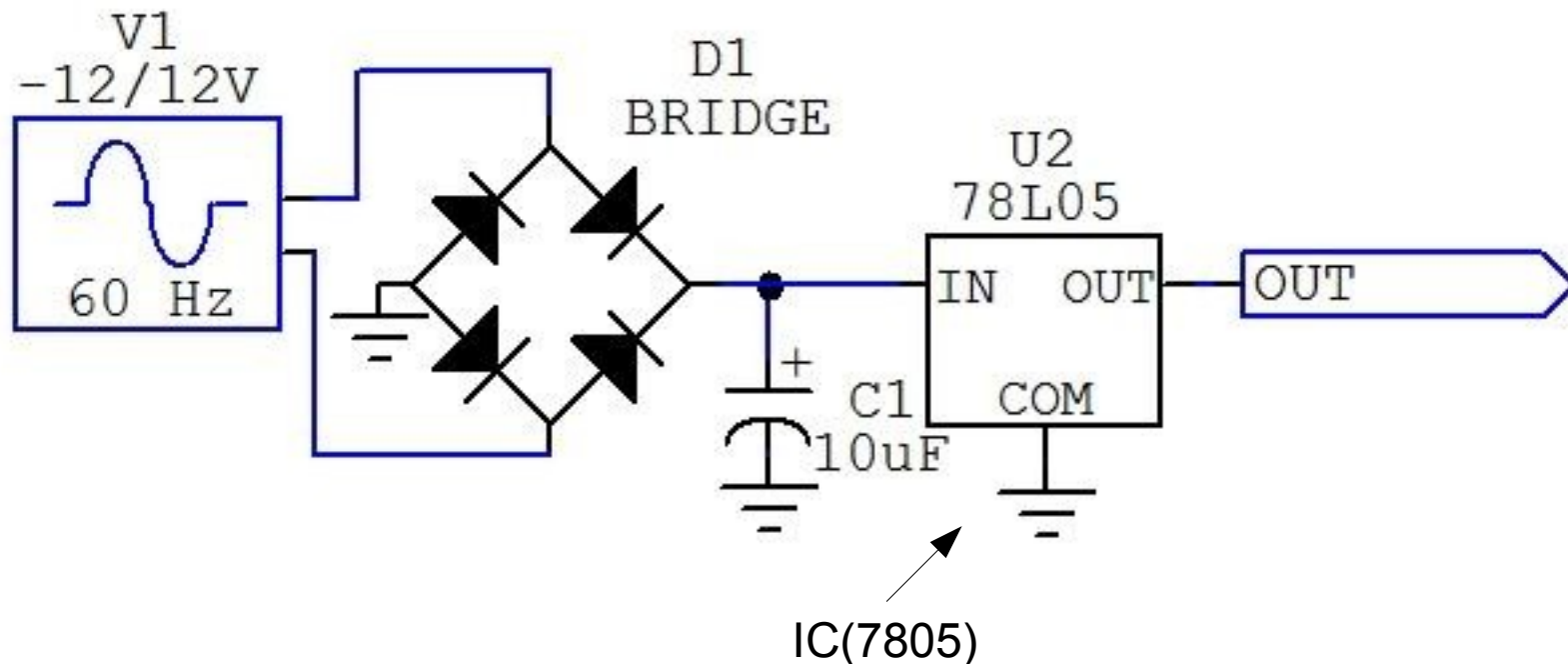
ここが小さいと充放電が間に合わない(リップル)ため、なるべく大きなコンデンサを挟む。

リップル

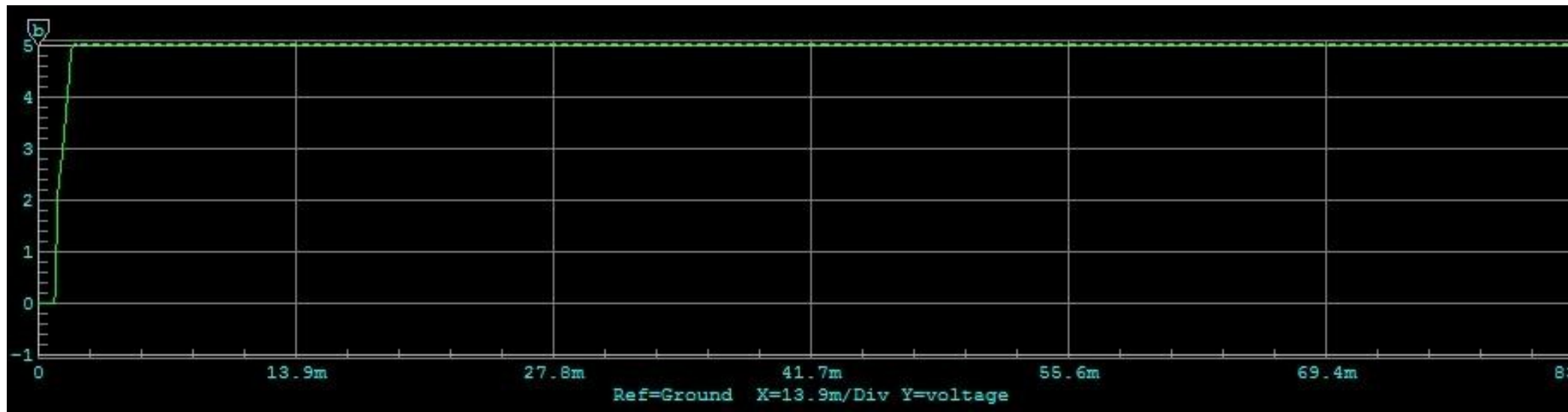
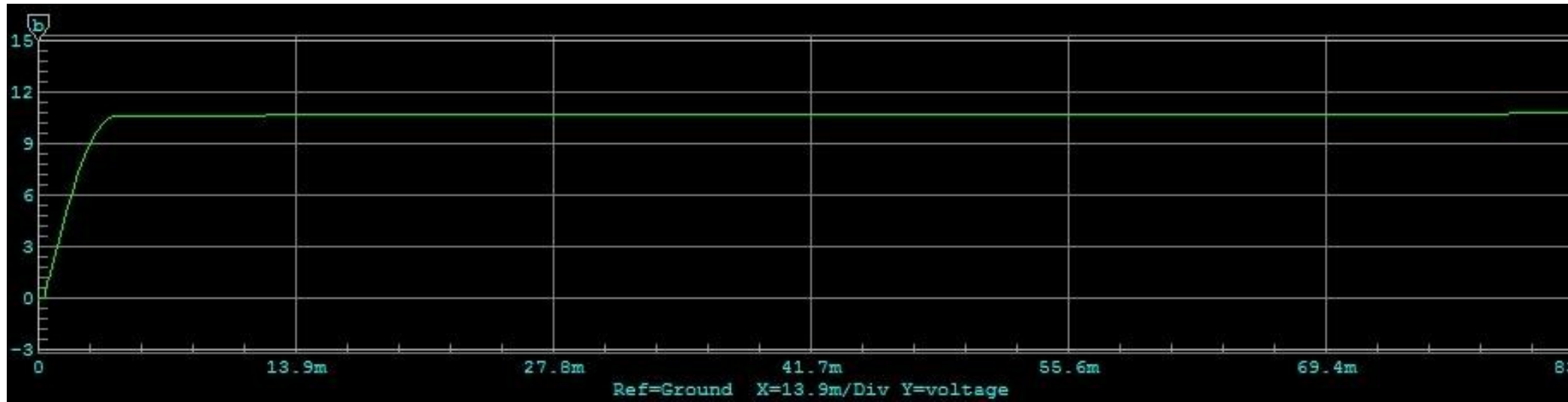


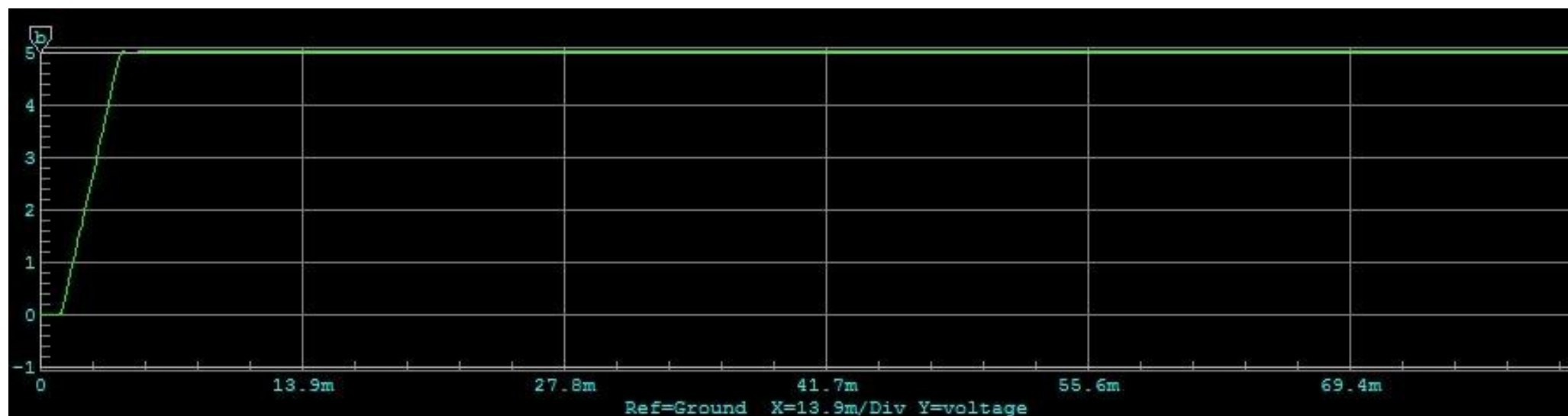
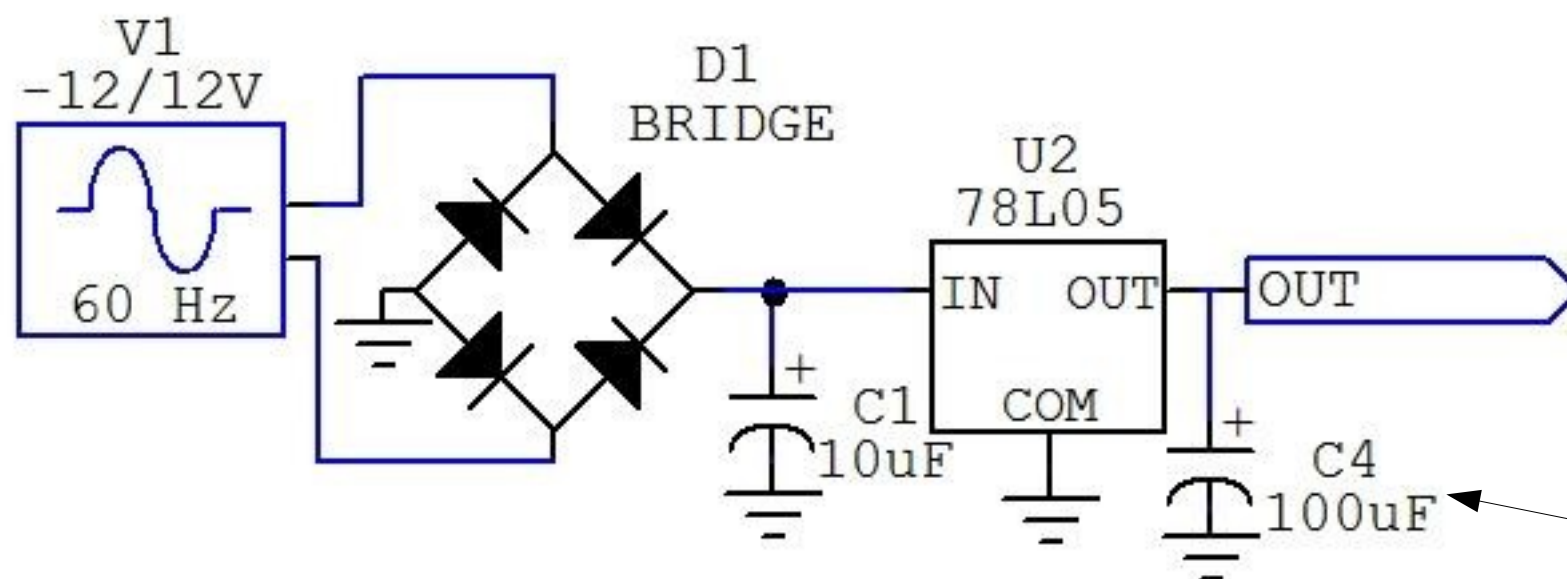


変圧回路



78**シリーズICというのがあり、**の場所には数字が入る。
例えば、7805は5Vを出力する。7809は9Vを出力する。
入力電圧は出力電圧より3V以上高ければどんな電圧でも
きっちり定められた電圧を出力する。
ただし、放熱の問題が絶えず付きまとう。(後述)





シリーズレギュレータの長所/短所

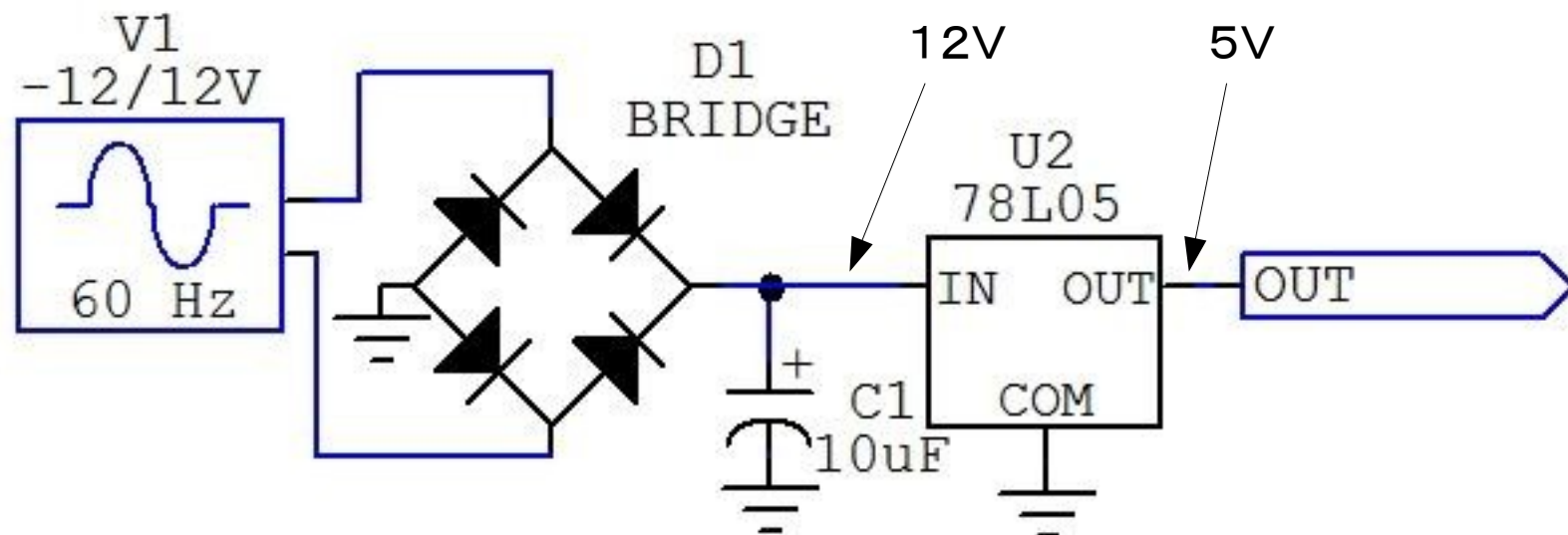
- 長所

- 極めて安定した出力電圧を得られる
- 各部品が安価で必要な部品数が少ない
- 古くから使われており多くの情報源がある

- 短所

- 放熱量が多く、降圧回路で十分に降圧しないと異常発熱、ICが壊れ、付近の部品に影響を与える
- 放熱効率を上げるために放熱システムを導入する必要があり、大きくコストがかかってしまう。

- 放熱の原因は変圧回路にあるICである。



- シリーズICはエネルギー保存則にのっとって入出力電圧の差を全て熱エネルギーに変換する。

実際は出力段の抵抗値によって決まる

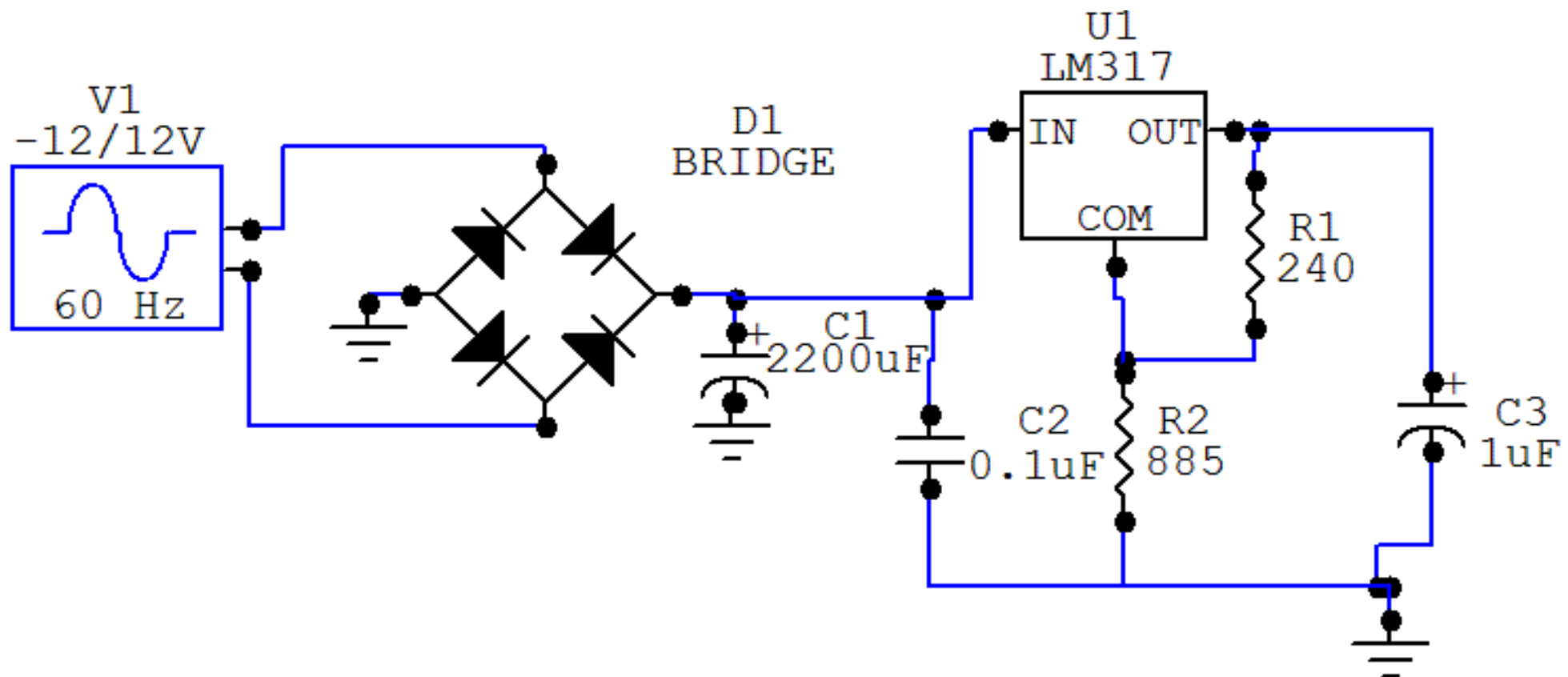
- 今回の例では、使う電流が仮に0.1Aだったとすると
 $(12-5)V \times 0.1A = 0.7W$ を放熱する。TOSHIBAのTA78M05は
125°C/WだからICは外気+87.5°Cとなり、動作制限150°Cに近くなる。念のため放熱器をつけたほうがよい
(この定数は「データシート」と言う資料に全て載っている)

安全対策

- 安全対策として放熱や過電流対策をする必要がある。
- 過電流対策として、AC100Vのライン上にヒューズを挟むと過電流が流れても回路保護、事故防止が可能である。
- 放熱には放熱板を使う。これは放熱のためフィン(羽)をつけた金属板を使用し、表面積の増大により冷却しようと言うものである。
他にも、ファン(扇風機/コントローラBOXについている)やペルチェ素子(熱排出半導体、効果は高くても高価である。)を用いる方法がある。

シリースレギュレータの派生品LM317

- NationalSemiconductor社のLM317はシリースレギュレータの中でも電圧を可変($R2 \rightarrow VR$)できるというタイプのICである。放熱さえ考えれば便利なICだ。



スイッチングレギュレータの長所/短所

- 長所

- 小型軽量
- 極めて高効率(ロス15%以下)で発熱の心配が少ない
- 省エネ電源として近年注目を集めている

- 短所

- 回路が複雑でかなり難しい
- 原理も難しい
- 高価な部品も多く、コストがかかる
- 高周波ノイズ(数kHz～)が発生する(プラネには特に問題ない?)

技術自体は完成してきているが、
一般実用化は予算的にも技術的にもキビシイか…