

報告書

実験番号：1

テーマ：整流・定電圧回路

©MOOMOO

2003 年 5 月 15 日

1 目的

電子機器の動作には直流電源が不可欠である。そしてその基本である, 直流を得るための回路に関する実験を行い, 理解を深める。

2 関連知識

2.1 整流回路

商用電源などの交流電源をもとに, ダイオードの整流作用 (電流を決まった方向にしか流さないこと) により得られる電圧は方向は一定なものの脈動する。特に, ダイオード 1 個を入れた回路では作用を半波整流の電圧が, ダイオード・ブリッジ回路では全波整流の電圧が得られる。

このままでは直流モータを回転させるようなことは出来るが, 電子機器を動作させることは出来ないため, コイル, コンデンサによる平滑回路を通す。

しかし, 平滑化回路を使用しても, 本実験でも確認できるが, リプル電圧と呼ばれる脈動を含み電圧変動も起きるため, 一般には定電圧回路の IC を併用し, より安定した特性を得る。

なお, 今回, 定電圧化の様子を見てみるとときには 3 端子レギュレータという IC を使用しているが, スイッチング・レギュレータという 3 端子レギュレータよりも効率の良い安定化回路の IC があり, 多くの直流電源は, 実際にはこちらを使用している。

この 2 つは, それぞれ, 3 端子レギュレータは入力電圧を降下させ一定の出力電圧を得ているのに対して, スイッチング・レギュレータではスイッチング (ON/OFF すること) で一度パルス電圧にし, その後整流・平滑化し, 一定の出力電圧を得ている。

3 実験方法

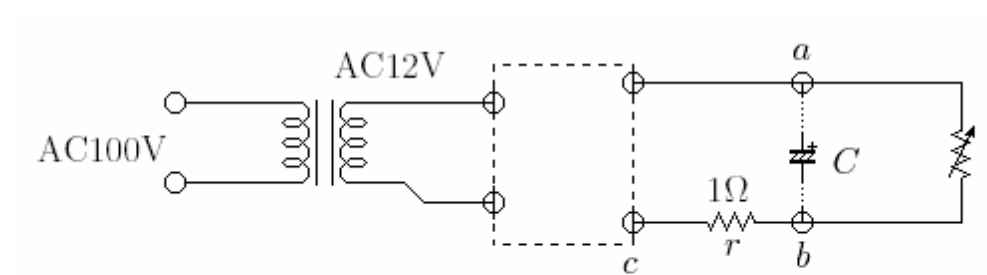
3.1 使用器具 (表 1)

表 1: 使用器具

器具名	メーカー・型番
デジタル・オシロスコープ	YOKOGAWA, DL1520, MODEL 701505, SUFFIX -1-M-C1/B5, NO. 26WZ0490M
デジタル・マルチメータ	Tektronix, CDM250, SERIAL NO. CDM-250TW51214(V_o), SERIAL NO. CDM-250TW51214(V_{AC})
直流電流計	YOKOGAWA, MODEL 2011, B9000ER, CLASS 0.5, YAS 1996 ^{SG8101} , NO. 76AA0622

なお, この他に, 変圧用コイルやブリッジや電子式可変負荷などがセットになっている, 整流・平滑回路実験専用の実験装置を使用した。

3.2 手順



$V_{AC}, V_o, CH1$: a - b
 I_o : 負荷に流れる電流
 $CH2(I_C)$: a - c
...(破線) : ダイオードの整流回路を入れる

図 1: 実験回路

実験には図 1 のような回路を使用した。

3.3 半波整流回路

まず, 半端整流となるようにダイオードの回路を作り, 平滑化コンデンサと負荷を取り付けない状態で波形をプリントする。

次に, $C = 100[\mu F]$ を取り付け, 負荷の調整により電流を最小 (約 $0[mA]$) から $100[mA]$ まで $10[A]$ 刻みで変化させゆき, それぞれの状態での V_o と V_{AC} を記録してゆく。

同様に, $C = 1000[\mu F]$ に付け替えた場合についても測定する。

3.4 全波整流回路

整流用のダイオードをブリッジにし, 半端整流回路と同じように実験する。

3.5 安定化電源回路

出力電流が限界以下であれば, 電流に関係なく安定した電圧が得られることを確認する。また, 出力電流が設定された限界を越えると過電流を防止する回路が出力をショートさせ, 出力電圧が急激に下がることを確認する。

4 実験結果

結果は、次の、表 2-5 と、各表のデータをグラフ化した図 2-5 のようになった。

また、デジタルオシロスコープでプリントアウトした波形は平滑回路と負荷がない状態での波形 (図 6, 図 9) と、各表の*がついている行の条件での波形 (図 7-8, 図 10-11) である。

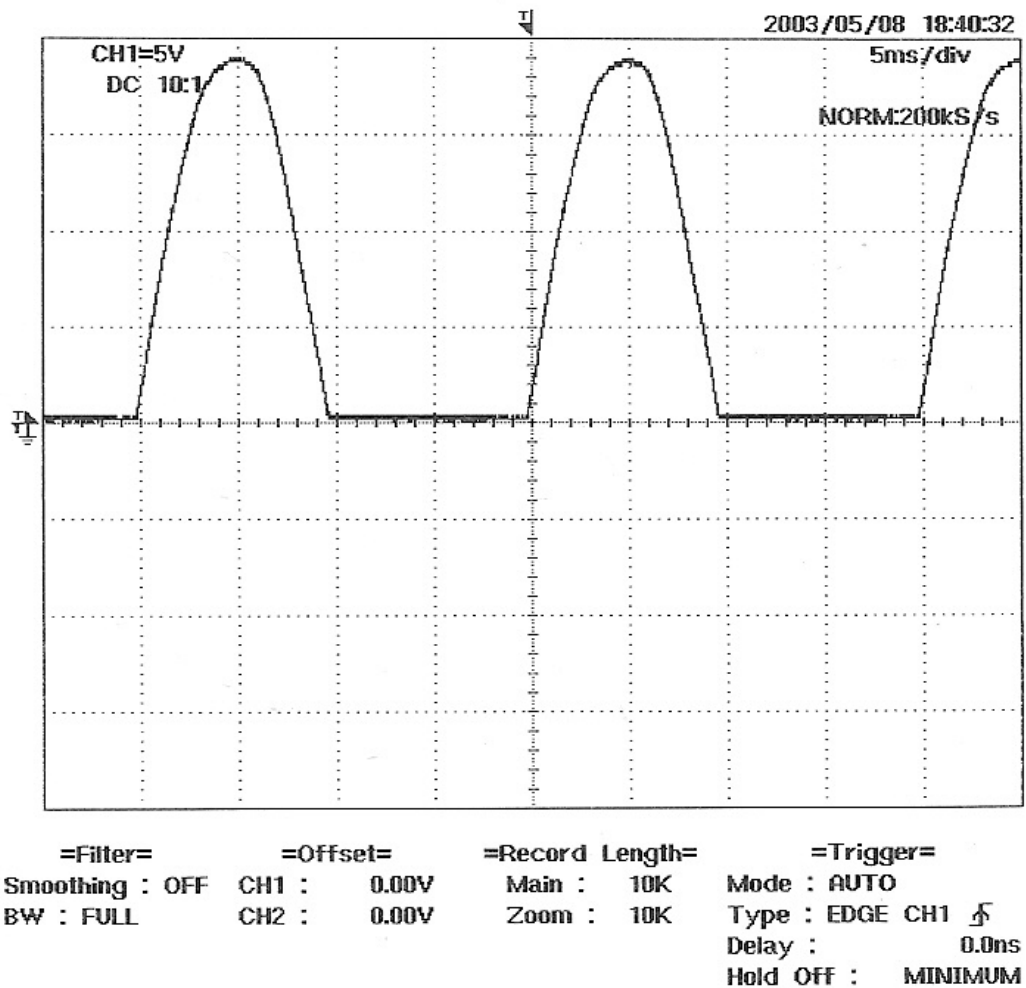


図 6: 半波整流, 平滑コンデンサ・負荷なし

表 2: 実験結果 (半波整流, $C = 100[\mu\text{F}]$)

$I_o[\text{mA}]$	$V_o[\text{V}]$	$V_{AC}[\text{V}]$	$D[\%]$	$r[\%]$
5.9	18.50	0.18	0.00	0.9730
10	18.10	0.16	2.21	0.8840
20	17.35	0.92	6.63	5.300
30	16.80	1.37	10.1	8.150
40	15.70	1.82	17.8	11.60
50*	14.90	2.17	24.2	14.60
60	14.04	2.61	31.8	18.60
70	13.28	2.99	39.3	22.50
80	12.52	3.34	47.8	26.70
90	11.81	3.65	56.6	30.90
100	11.13	3.95	66.2	35.50

表 3: 実験結果 (半波整流, $C = 1000[\mu\text{F}]$)

$I_o[\text{mA}]$	$V_o[\text{V}]$	$V_{AC}[\text{V}]$	$D[\%]$	$r[\%]$
4	18.79	0.03	0.00	0.1600
10	18.36	0.10	2.34	0.5450
20	17.88	0.20	5.09	1.120
30	17.44	0.31	7.74	1.780
40	17.04	0.43	10.3	2.520
50*	16.66	0.53	12.8	3.180
60	16.30	0.64	15.3	3.930
70	15.75	0.74	19.3	4.700
80	15.62	0.85	20.3	5.440
90	15.26	0.96	23.1	6.290
100	14.95	1.06	25.7	7.090

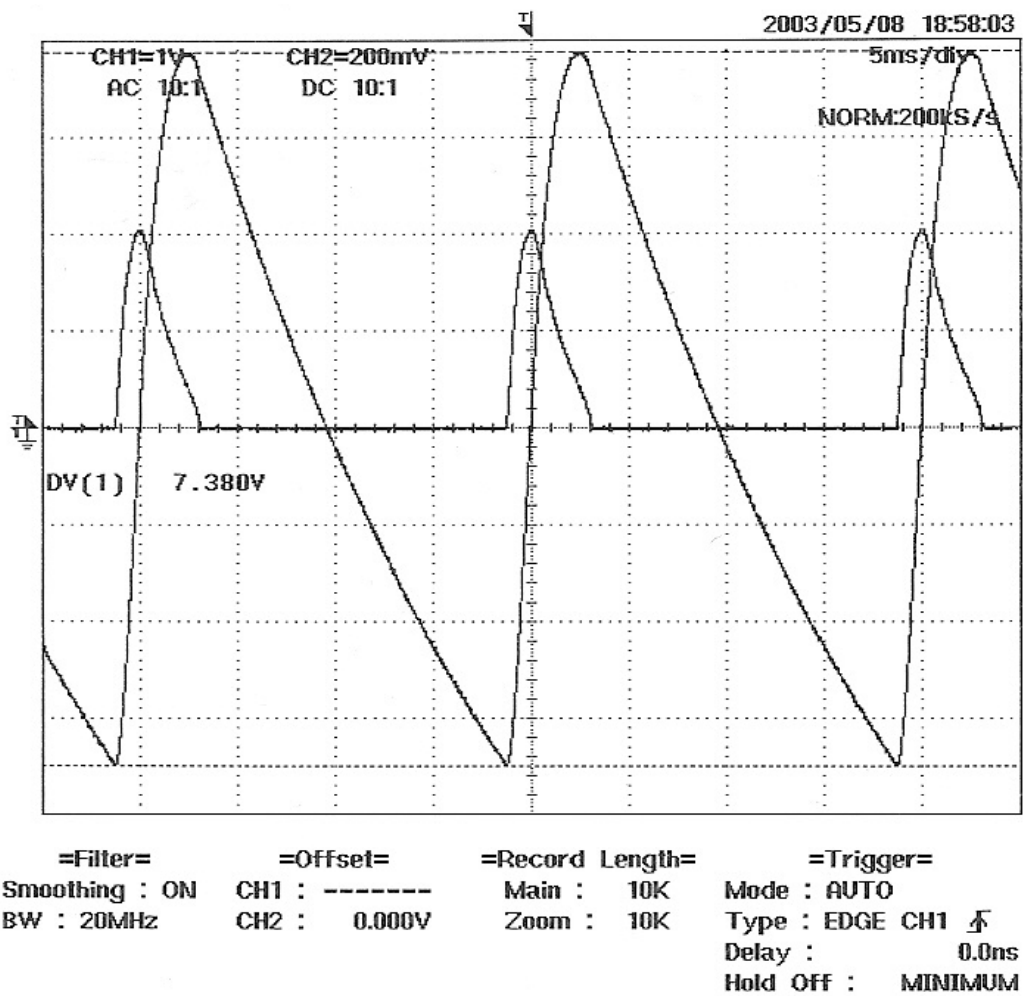


图 7: 半波整流回路, $C = 100[\mu\text{F}]$, $I_o = 50[\text{mA}]$

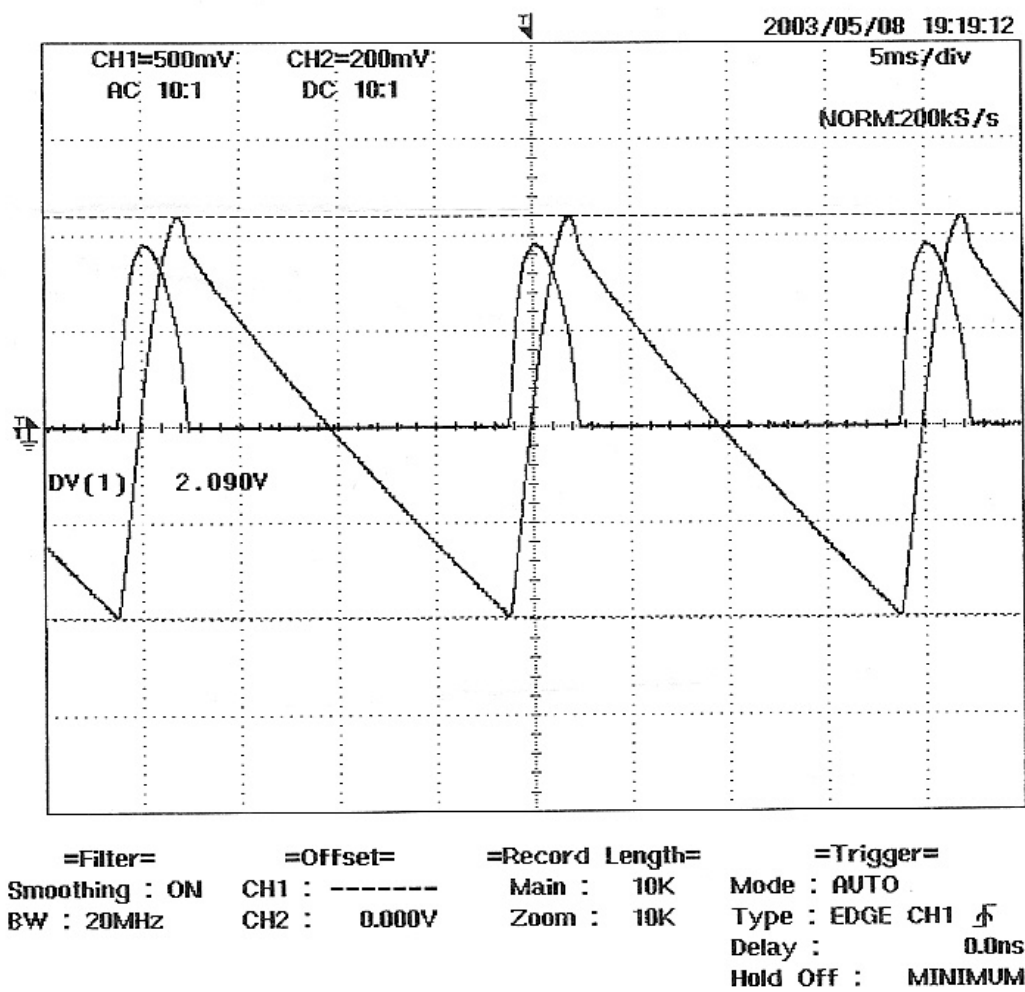


图 8: 半波整流回路, $C = 1000[\mu\text{F}]$, $I_o = 50[\text{mA}]$

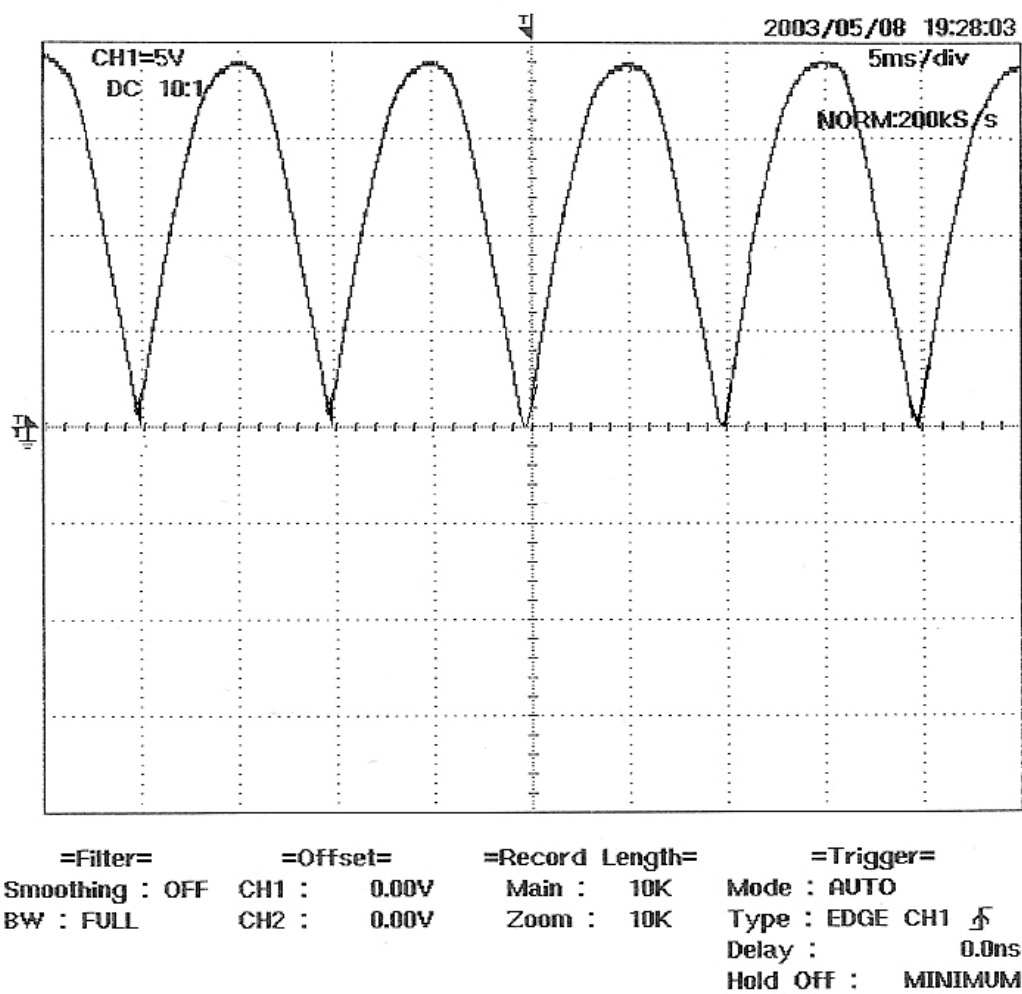


図 9: 全波整流, 平滑コンデンサ・負荷なし

表 4: 実験結果 (全波整流, $C = 100[\mu\text{F}]$)

$I_o[\text{mA}]$	$V_o[\text{V}]$	$V_{AC}[\text{V}]$	$D[\%]$	$r[\%]$
3.6	18.18	0.07	0.00	0.3850
10	17.82	0.21	2.02	1.180
20	17.35	0.42	4.78	2.420
30	16.95	0.61	7.26	3.590
40	16.59	0.80	9.58	4.820
50*	16.24	0.98	11.9	6.030
60	15.92	1.15	14.2	7.220
70	15.58	1.33	16.7	8.540
80	15.31	1.49	18.7	9.730
90	14.98	1.65	21.4	11.00
100	14.69	1.81	23.8	12.30

表 5: 実験結果 (全波整流, $C = 1000[\mu\text{F}]$)

$I_o[\text{mA}]$	$V_o[\text{V}]$	$V_{AC}[\text{V}]$	$D[\%]$	$r[\%]$
0	18.16	0.02	0.00	0.1100
10	17.90	0.04	1.45	0.2230
20	17.58	0.09	3.30	0.5120
30	17.31	0.14	4.91	0.8090
40	17.10	0.19	6.20	1.110
50*	16.84	0.24	7.84	1.430
60	16.62	0.28	9.27	1.680
70	16.40	0.33	10.7	2.010
80	16.32	0.37	11.3	2.270
90	16.01	0.42	13.4	2.620
100	15.85	0.46	14.6	2.900

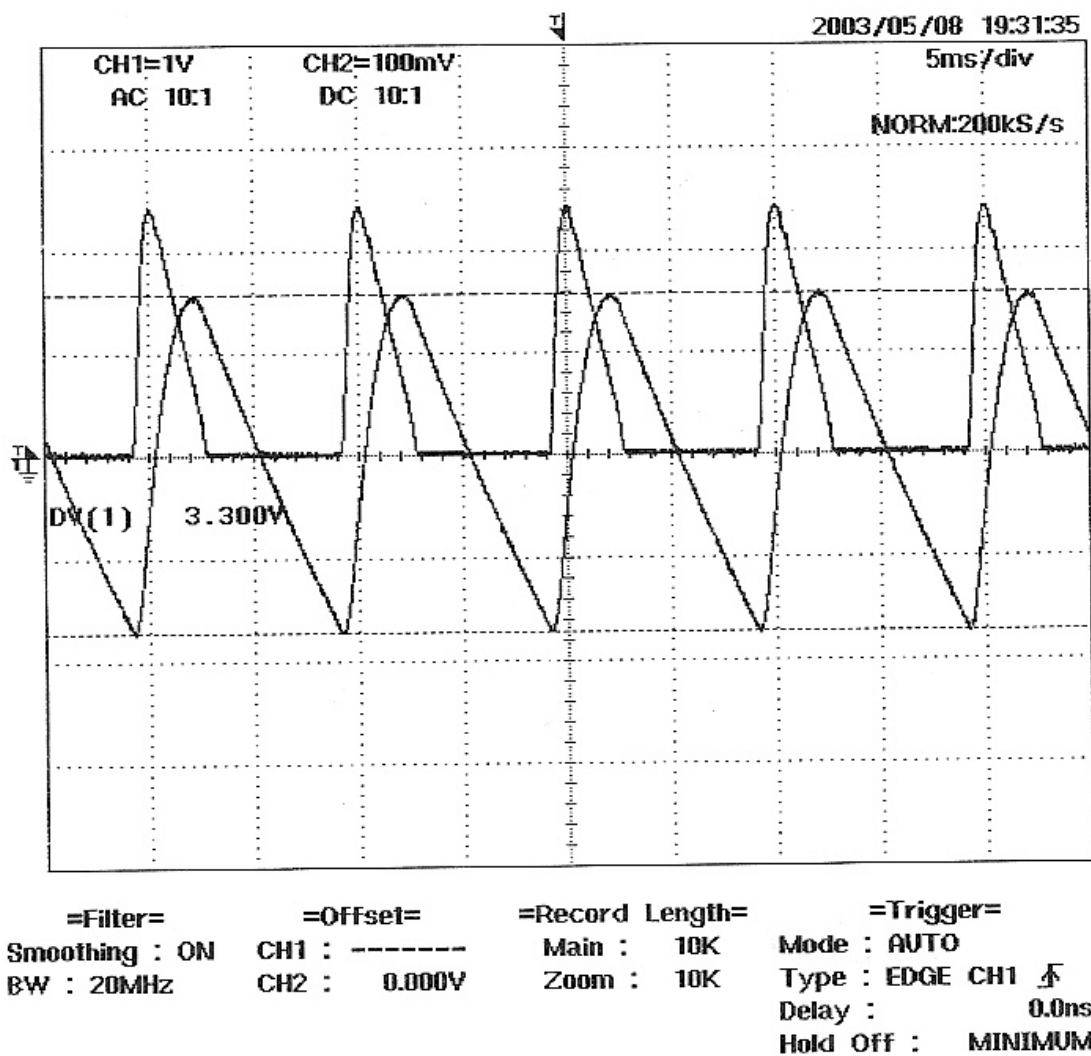


图 10: 全波整流, $C = 100[\mu\text{F}]$, $I_o = 50[\text{mA}]$

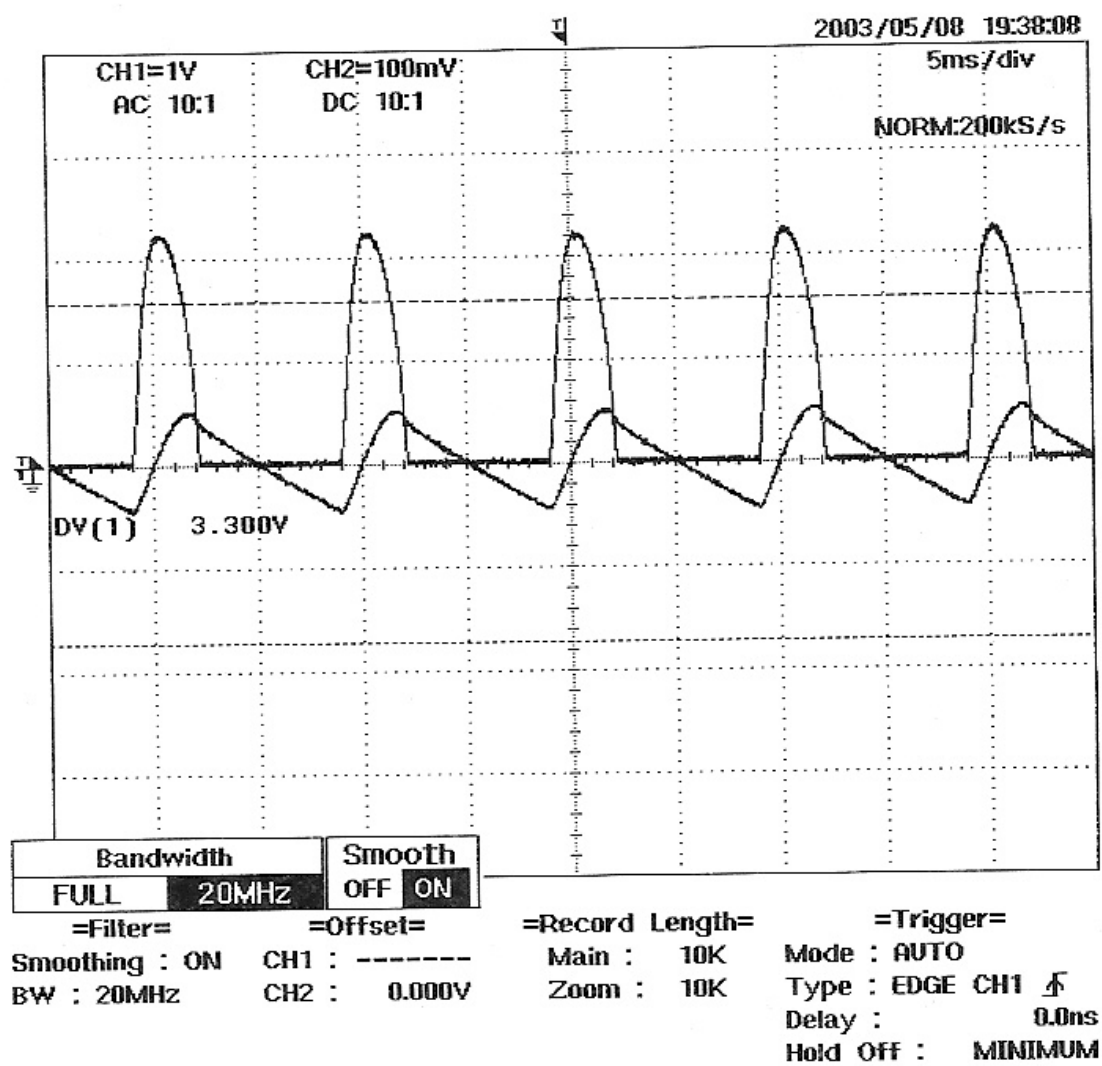


图 11: 全波整流, $C = 1000[\mu F]$, $I_o = 50[\text{mA}]$

5 考察

5.1 安定化されていないときには、なぜ出力の直流電圧が変動するのか

安定化されていない電源では、負荷に流れる電流が大きくなるにつれて出力電圧が下がる。

ところで、電流が増えると言うことは、電圧がほとんど変動しない場合、一般に負荷のインピーダンスが減ることなので、時定数 τ は小さくなり、コンデンサに貯まっている電荷量の時間的な変化の幅が大きくなり、最大値が一定のままリプル電圧が大きくなるため電圧の実行値（または直流電圧）は下がる。

このようにして、電流の変化によって直流電圧は変動する。

5.2 コンデンサを入れた場合、トランスの出力電圧より直流出力電圧が高くなるのはなぜか

整流された電圧が高いとき、コンデンサを通るために余分に流れた電流の分の電荷が、時間的にずれて電圧として直流出力を平滑化するため、波形の「谷」の部分が埋められ、時間的に平均した電圧は高くなる。（しかし、このことによって最大値が変化することはない。）

5.3 コンデンサの充・放電の周期

この実験では、コンデンサにトランス側から電流が流れている間充電し、そのトランスの電圧がピークを過ぎた瞬間から放電に切り替わり始める。つまり、オシロスコープのCH2に正の「山」が出ている間に充電し、0になった状態のときは放電している。

5.4 安定化電源と非安定化電源の違い

安定化電源では、電流の変化による影響はほとんどなく、リプルもほぼ出ず、許容される電流の中で使用する場合には非常に便利だろう。また、過剰な電流が流れそうになった場合も、回路が正しく設計されていれば、定電圧回路が他の素子が壊れるのを防ぐことが出来る。

参考文献

[1] 『整流回路の特性実験』（指導書）、2003

[2] NEC Electronics Corporation 『製品情報-汎用リニア IC-FAQ-電源用 IC』
(<http://www.necel.com/linear/faq/>)