

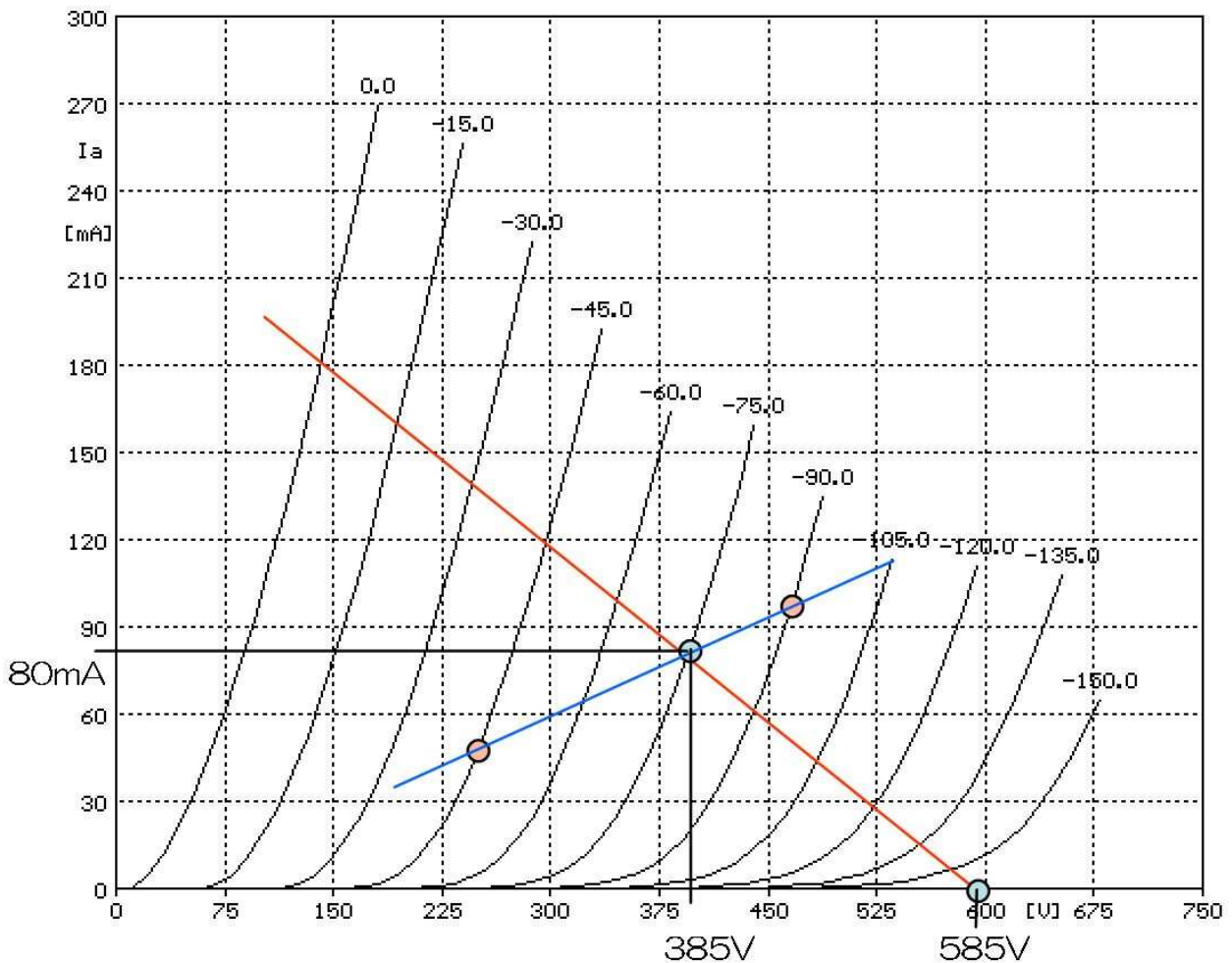
はじめに

今回の 300B シングル AMP はお金をかけずに手元にある部品を再利用して安上がりな AMP にするのがコンセプトなので、前回作ったモノラル AMP から部品をおいはぎして作ります。

前回の AMP は電源電圧が実行で 480V、 $I_P=90\text{mA}$ で、プレート損失が 43W もあり、定格をオーバーしていました。

今回の AMP は最大定格 40W の 8 割として 32W あたりを目指します。

電源電圧 (プレート実行) 400V、 $I_P=80\text{mA}$ あたりでしょうか、300B の EP/IP 特性 (下図) をながめるとバイアスは 75V くらいがよさそうなので流用する 2.5K のトランスにあわせてロードラインを引いてみたのが下図です。



カソードバイアス電圧について: RK はあり合わせの 880 を使うことを前提に考えます
 $V_g=-45\text{V}$ の時の I_P は $45/880=51.1\text{mA}$ 図中青線の左側のポイント
 $V_g=-90\text{V}$ の時の I_P は $90/880=102\text{mA}$ 図中青線の右側のポイントを通るはずで
ロードラインの基点となる動作ポイントは $V_k=-75\text{V}$ くらい、この時の I_P は 80mA です。

次に、電源電圧をモノラル AMP で使っていた 480V から 460V まで落とした場合は
正味のプレート電圧 = $460-75=385\text{V}$ となり、

プレート損失は $80 \times 385\text{V}=30.8\text{W}$ で定格の 40W の 80% 以下に抑えられます。

$y=-ax+b$ で y は動作点電圧、 a は傾き (負荷抵抗) x は動作点電流、 b は負荷抵抗に発生する電圧です。
上記の例では $385\text{V}=-2500 \times 0.08+b$ なので $b=385+200=585\text{V}$ になります。

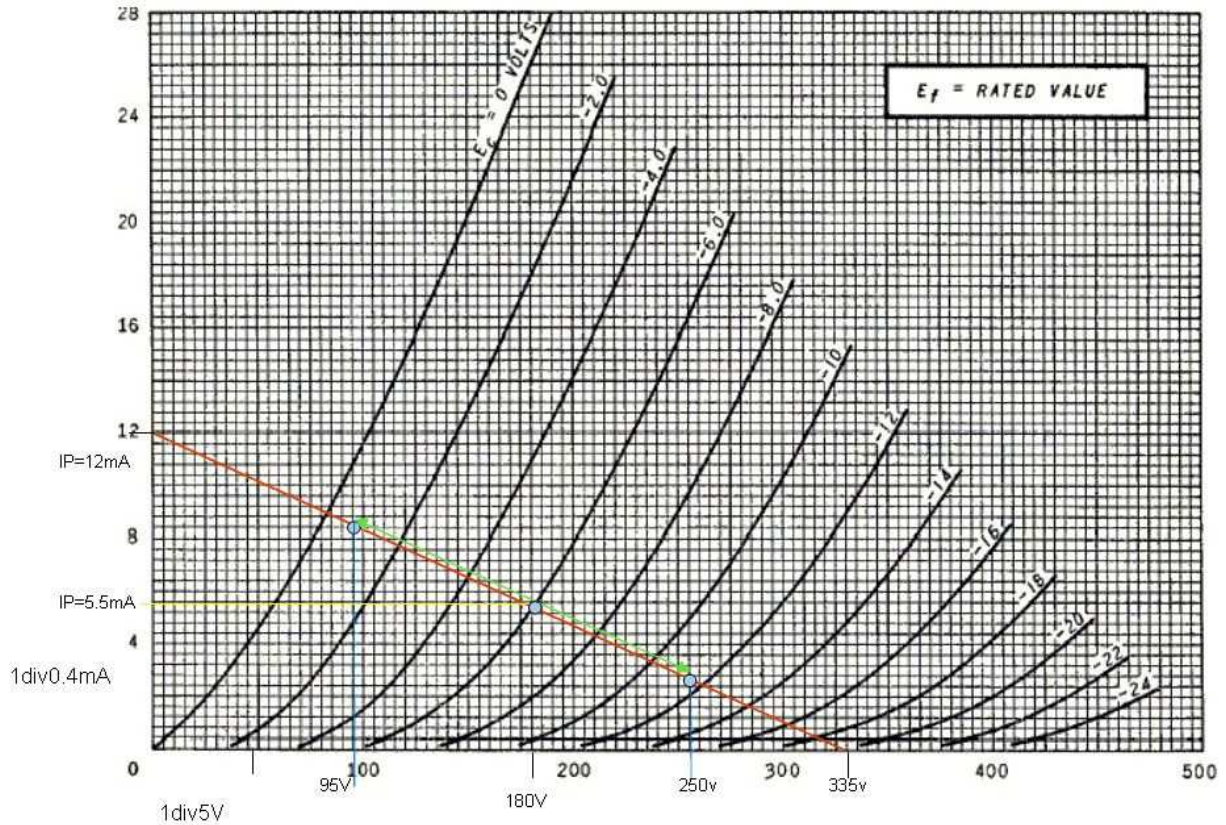
ロードラインは $R_L=2.5\text{k}$ なので、ここに 10mA の電流が流れた場合、 2.5×10 より 25V、
では $I_P=0\text{mA}$ になった場合は 80mA が流れるので $2.5 \times 80=200\text{V}$ となりプレート電圧は
 $385\text{V}+200\text{V}=585\text{V}$ になります。

ロードラインの右下のポイントと電源電圧 385V、 $I_P=0\text{mA}$ のポイントを結んだ線が 2.5K のロードラインとなります。

1 . ドライバ段の設計、上図で 300B のバイアスを 75V に設定したので、ドライバ段は P-P で 150V スイング出来なければなりません。

2 . 今回は 2A3 で初段とドライバ段を直結して良い結果が得られたので、300B も直結方式を使います。また、初段とドライバ段を直結にするため、初段のプレート電圧 80V 程度を見込まなくてはならないため、ドライバ段で使える実行プレート電圧は 6SN7 の最大定格(450V)から 10%の余裕を見て 415V、そこから初段のプレート電圧 80V を引いた 335V しか使えません。

3. それではドライバ段の電源電圧がきまったのでロードラインを検討してみましょう。



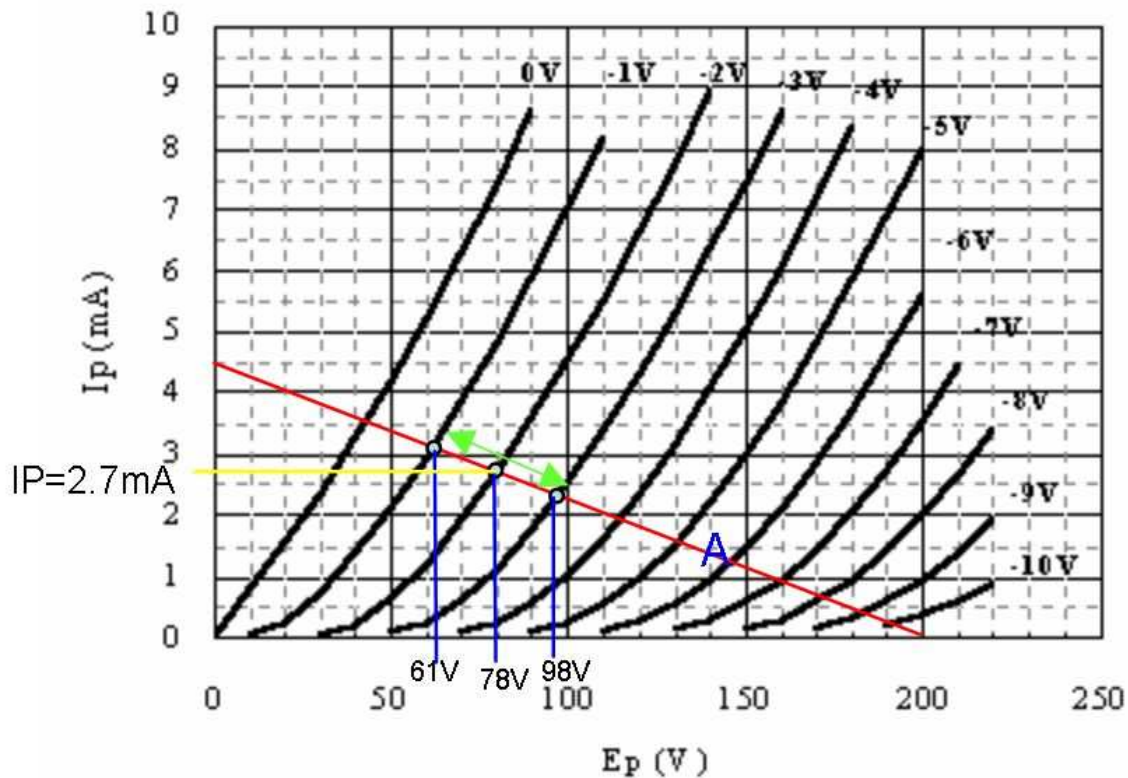
上図から 95V-250V でなんとか 150VP-P が得られそうなのでそのまま設計を続けます。

この時の増幅度は -1V ~ -11V の 10V の入力信号の変化で出力電圧が 155V 変化したので 15.5 倍です。負荷抵抗は $R=E/I$ で $335V/12mA$ から $27.9K$ になります、次段のグリッド抵抗が $100K$ なので $R=R1 \cdot R2 / (R1+R2)$ より $27.9=100 \cdot R2 / (100+R2)$ となり、 $R2=2970/72/1=38.8K$ で $39K$ が使えます。

この条件でロードラインを引いてみると、動作点の電流はおおよそ 5.5mA なのでカソード抵抗は $86V/5.5mA=15.6K$ です。 $I^2 \cdot R$ より $0.47W$ なので $1W \sim 2W$ 型の抵抗とします。

ここで動作点のプレート電圧は 180V ですが、これはプレートカソード間の電圧で、バイアス電圧はあくまで $6V+$ 初段のプレート電圧 $80V$ で $86V$ となります、間違わないように。

4. 初段の設計



ドライバ段の電源電圧が 415V (実効 335V) 取れたので初段の電圧は 200V くらいと検討をつけてロードラインを引いてみます。それが上図です。

図から $I_P=4.5\text{mA}$ あたりをめがけてロードラインを引くと良さそうです。

するとその時の動作点はバイアス 2V あたりに持ってくると $I_P=2.7\text{mA}$ です、この点を中心に P-P で 1V 変化させると 98V から 61V の間で変化します、 $98\text{V}-61\text{V}=37\text{V}$ の変化が得られるので $37\text{V}/2\text{V}=16.5$ 倍です。

ドライバ段は P-P で 10V 必要でしたので P-P 37V なら十分のように見えますが、12db の NF をかけた場合は P-P で 40V 必要になりますのでぎりぎりというところでしょうか。

負荷抵抗は次段が直結なので、 $200\text{V}/4.5\text{mA}=44\text{k}$ になります。

念のために動作点で計算すると、 $200\text{V}-80\text{V}=120\text{V}$ で $120\text{V}/2.7\text{mA}=44\text{K}$ で合っています。

カソード抵抗は $2\text{V}/2.7\text{mA}=740$ になります。

ここで電圧増幅団のトータルのゲインはドライバ段の 15.5 倍と初段の 16.5 倍で 255 倍です。

5. 全体の増幅度

300B の特性表から読みとった増幅度はプレート電圧の変化 $460-340=120\text{V}$

グリッド電圧の変化 $90-60=30\text{V}$ より $120/30=4.0$ で 4 倍

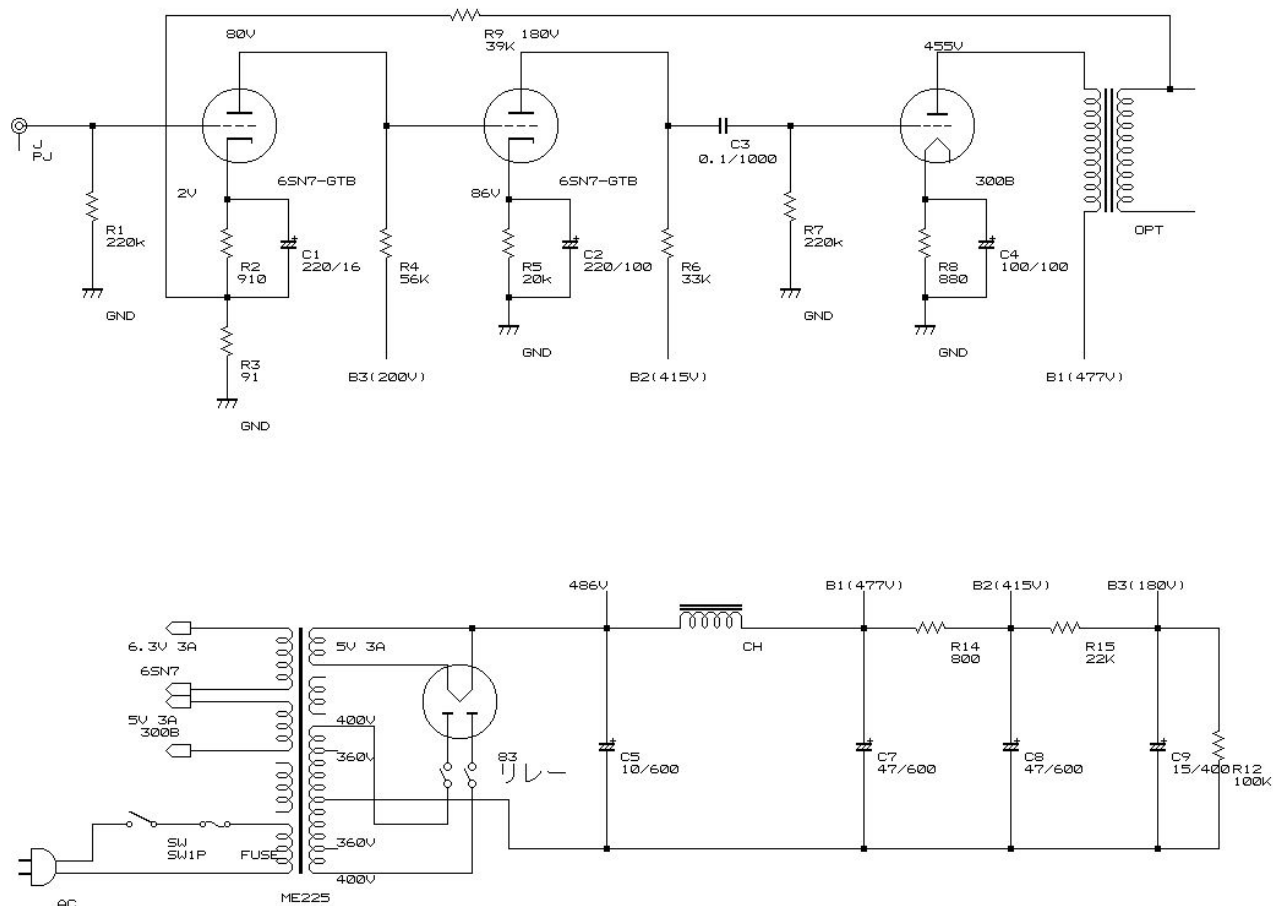
$u_X (RL / (RL + r_p))$ $u=4.0$ $r_p 790$ r_p は 300B のデータブックに載っていた値

$4.0 \times (2500 / (2500 + 790)) = 3.0$

より出力段の増幅度は 3 倍、

トランスの減衰比は 2.5K:8 312.5:1 312.5=17.7 で 17.7 分の 1

よって全体の増幅度は $15.5 \times 16.5 \times 3.0 \times 1 / 17.7 = 43.3$ 倍



6. 今度は電源の見直しです。

まず現状の 300BAMP の実測値を書き出してみます、整流管を出た直後が 540V、チョークの後が 530V でしたので、トランスのタップを 400V から 10%低い 360V にすれば全体に 10%電圧が落ちるとみこみを付けて計算してみると、 $540V \cdot 0.9 = 480V$ が得られるはずですが、同じように計算すると $530V \cdot 0.9 = 477V$ になり、これが電源電圧となります。

初段の動作点を $IP = 2.7mA$ にしたので左右あわせて 5.4mA が流れます、

また、ドライバ段の動作点を $IP = 5.5mA$ にしたので左右合わせて 11mA が流れます。

初段の合計が 5.4mA、ドライバ段が 11mA、プリーダに 2mA とすると、R10 には合計 18.4mA が流れます、ドライバ段は $B1 = 477V$ から $B2 = 415V$ を得たいわけですから、 $477V - 415V = 62V$ 下がるように $R = V/I$ より $62 / 0.0184 = 3370$ 、3.6K とします、 $I = 2R$ から 1.22W なのでここは 5W 品がほしいです。

初段は 415V から 200V を得たいわけですから $415 - 200 = 215V$ 、流れる電流は初段のプレート電流とプリーダを合わせた 7.4mA で $R = V/I$ から $215V / 0.0074 = 29054$ で R11 は 39K です、ついでにプリーダは 200V で 2mA なので 100K です、

2004.07.13 追記

動作が設計値と違うので考えていたら R11 は計算値 29K でなぜか上記に 39K と書き込んでしまったようで勘違いが原因の様です。

7 . NF の計算

さて、最後に NF の計算を試みようと思います、NF にたよるのはあまりすきではないので軽めに NF をかけることにします。

ペルけ式帰還定数 : $(R_{nf} \div K_{nf}) + 1$

NF 後の利得 : 元の利得 \times 帰還定数 \div (元の利得 + 帰還定数)

$$(4700 \div 68) + 1 = 70.1$$

$$43.3 \times 70.1 \div 43.3 + 70.1 = 26.8$$

$$43.3 \div 26.8 = 1.62 \quad 20 \log 1.62 = 4.17$$

$$(6800 \div 68) + 1 = 101$$

$$43.3 \times 101 \div 43.3 + 101 = 30.3$$

$$43.3 \div 30.3 = 3 \text{ db}$$

$$(3300 \div 68) + 1 = 49.5$$

$$43.3 \times 49.5 \div 43.3 + 49.5 = 23.1$$

$$43.3 \div 23.1 = 5.45$$