



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ  
Аналогова схемотехника

КУРСОВ ПРОЕКТ

Тема: Широколентов усилвател

Изработил: Диан Милчев Илиев

ФЕТТ

фак.№ 101207035

гр.№ 46

10.05.2009  
София

Ръководител:  
ас.К.Аспарухова

## Съдържание

1. Обяснителни записки.....	3
2. Проектиране на усилвателя	
Блокова схема.....	4
Проектиране на пето стъпало.....	5
Проектиране на четвърто стъпало.....	7
Проектиране на трето стъпало.....	9
Проектиране на второ стъпало.....	11
Проектиране на първо стъпало.....	13
3. Принципна схема на проектирания усилвател.....	15
4. Данни от симулация на усилвателя.....	16
5. Спецификация.....	20
6. Литература.....	20

## Обяснителни записки:

Широколентовите усилватели са клас електронни усилватели, характеризиращи се с усилване в голям честотен диапазон. Те са широко използвани при предаване и обработка на видео и комуникационни сигнали.

Обект на проектиране е комуникационен широколентов усилвател. Характерна особеност за него е ниските входно и изходно съпротивление. От зададените данни се вижда че той трябва да усилва пропусканите сигнали с 40dB, като изходното му напрежение да е 1,5V, а товарът е 2KΩ.

От изискването за изходно напрежение се определя колектор-емитерното напрежение на последното стъпало, така че то да е достатъчно за размаха на амплитудата без да се изкривява сигнала. Определянето става по формулата:  $U_{CE} \geq 120\% * 2U_0$  от където можем да определим и големината на захранващия източник. За тази схема ще използваме стандартен 12 волтов захранващ блок (около 125mVA), добре изправен и филтриран. Може да се използва и батерия или акумулатор ако усилвателя се използва в мобилна апаратура.

От изискванията определяме структурата на усилвателя:

Изискването за широка лента ще изпълним с биполярни транзистори, тъй като честотната лента на усилвателя е относително тясна, а с биполярни транзистори ще постигнем по-голямо усилване.

Заради изискването за нискоомен изход, а и за да се усигори развързване на схемата от товара, последното стъпало ще бъде общ колектор (ОК). В средата на схемата ще поставим две схеми общ емитер (ОЕ). Тяхната цел е да усигорят основната част от усилването; като за улеснение в пресмятането и изпълнението, двете схеми ще са с еднакви параметри и ще имат локална ООВ по напрежение която ще подсигури намаляване на усилването до предварително избрана стойност и разширяват честотната лента на усилвателя. За да се премахне влиянието на крайния ОЕ върху предния, и за да се постигне симетрия и еднаквост на характеристиките, между двете стъпала поставяме схема общ колектор идентична с крайното стъпало. Изискването за нискоомен вход, изпълняваме чрез поставяне на схема обща база (ОБ) на входа на усилвателя.

Спираме избора си на маломощния NPN транзистор BC107A. Той е маломощен, затворен в корпус ТО-18 (метален, осигурява охлаждане на колектора и екраниране на транзистора от външно въздействие); произведен от Siemens.

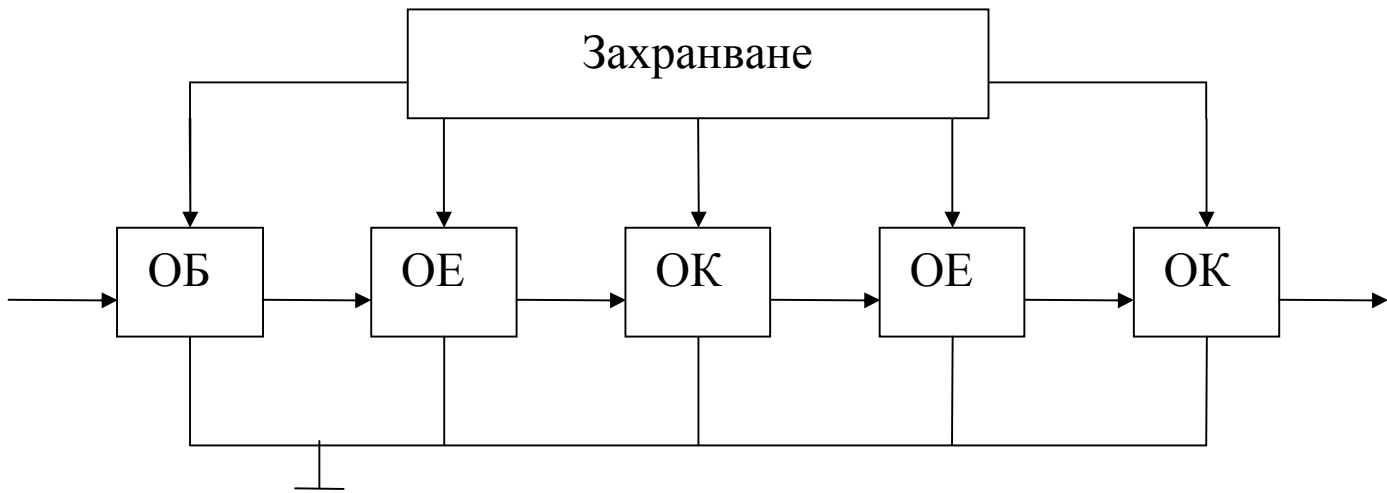
Нелинейните изкривявания при долната гранична честота се определят от стойността на използваните разделителни и филтрови кондензатори, като зависимостта е обратнопропорционална. Изкривяванията при горната гранична честота се определят от характеристиките на използвания транзистор и приложената обратна връзка.

Тъй като не са зададени специфични изисквания за температурна стабилност, няма да усложняваме схемата с допълнителни елементи за температурна стабилизация (защото те ще усложнят изчисленията и ще ускпят проекта), а ще заложим температурната стабилизация избирайки подходящ ток на делителя. Правилото е, че колкото по-голям е тока на делителя спрямо базовия, толкова схемата е по-добре температурно стабилизирана. Практиката определя за най-подходящо стойностите на тока на делителя да са от 5 до 20 пъти базовия ток. За да усигорим по-добра температурна стабилизация ще залагаме тока на делителя около 20 пъти базовият ток.

Температурната стабилизация може да подобрим чрез включването на изправителен диод във веригата на делителя, между базата и  $R_1$  (Катода е към базата). При монтажа диода се слага максимално близо до транзистора (добре ще е двата корпуса да са в пряк контакт, но да нямат електрическа връзка.)

За улесняване на производствената част, стойностите на различните елементи се избират така че да се избегне разнородност на стойностите, там където схемата позволява това без да се влошават параметрите на усилвателя.

Блокова схема:



Пето стъпало: тип – Общ колектор

Изисквания:

$$\begin{aligned} U_0 &= 1.5V & R_L &= 2k\Omega \\ R_{oA} &= 50\Omega & C_L &= 200pF \\ E_{CC} &= 12V \end{aligned}$$

Избор на режим:

$$I_c \geq 1,2I_{cm} = 1,2 \frac{U_0}{R_l} = 1,2 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} = 0,9mA$$

$$I_c = 1mA$$

$$U_{CE} \geq 2,4U_0 = 3,6V$$

$$U_{CE} = 5V$$

h – параметри:

$$\begin{aligned} h_{11} &= 5,13k\Omega & h_{21} &= 200 & r_{bb'} &= 10\Omega & C_{b'c} &= 12pF \\ h_{12} &= 1,8 \cdot 10^{-4} & h_{22} &= 11,7\mu S & S &= \frac{h_{21}}{h_{11}} = 39mS & C_{b'e} &= \frac{S}{2\pi f_T} = 25pF \end{aligned}$$

Изчисляване на постояннотоковата верига:

$$R_E = \frac{E_{CC} - U_{CE}}{I_c} = \frac{7}{1 \cdot 10^{-3}} = 6,97k\Omega$$

Стандартен:  $R_{5E} = 6.8k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$U_E = E_{CC} - U_{CE} = 7V$$

$$I_B = \frac{I_c}{h_{21}} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{220} = 5\mu A$$

$U_{BE} = 0,7V$  (определя се от спецификацията на транзистора)

$$U_B = U_E + U_{BE} = 7,72V;$$

$$I_d = 20 \cdot I_B$$

$$R_1 = \frac{E_{CC} - U_B}{I_d} = \frac{12 - 7,7}{100 \cdot 10^{-6}} = 43k\Omega$$

Стандартен:  $R_{51} = 43k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_2 = \frac{U_B}{I_d - I_B} = \frac{7,7}{95 \cdot 10^{-6}} = 81k\Omega$$

Стандартен:  $R_{52}' = 68k\Omega \pm 5\%$   $R_{52}'' = 13k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

\*Тъй като няма точна стандартна стойност, се използват 2 резистора свързани последователно, за да се постигне необходимата стойност на изчисления резистор. Резистор  $R_2$  определя базовия ток и за това е от особено значение да се спази изчислената стойност!

$$R'_L = R_E \parallel R_L \parallel \frac{1}{h_{22}} = 1518\Omega$$

$$A_U = \frac{1 + h_{21} \cdot R'_L}{h_{11} + (1 + h_{21}) \cdot R'_L} = 0,98$$

$$R_{oA} = \frac{h_{11} + R_G}{1 + h_{21}} \parallel R_E = 50\Omega$$

$$R_{iA} = R_1 \parallel R_2 \parallel [h_{11} + (1 + h_{21}) \cdot R'_L] = 26k\Omega$$

$$C_{b'e} = 8pF \quad C_{b'c} = 3pF \quad C_{Mi} = 5pF$$

$$C_{i0} = C_{b'c} + C_{b'e} \cdot (1 - A_u) + C_{Mi} = 8.16pF$$

$$M_{C1} = M_{C2} = 0,2dB$$

$$C_5 \geq \frac{1}{2\pi f_b \cdot (R_G + R_{iA}) \cdot \sqrt{M_{C1}^2 - 1}} = \frac{1}{3145.32000.0,2} = 44.4nF$$

Стандартен:  $C_5 = 62nF \pm 5\%$  /10V

$$C_6 \geq \frac{1}{2\pi f_b \cdot (R_{oA} + R_L) \cdot \sqrt{M_{C1}^2 - 1}} = \frac{1}{3145.2050.0,2} = 715nF$$

Стандартен:  $C_6 = 750nF \pm 5\%$  /10V

$$\tau_{hi} = [(R_G + r_{bb'}) \parallel R_{iA}] \cdot C_{i0} = 1031.19pF = 19,6 \cdot 10^{-9}$$

$$M_{hi} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \cdot \tau_{hi}^2} = 1$$

$$C_L' = C_L + C_{b'c} + C_{Mo} = 200pF + 12pF + 8pF \approx 220pF$$

$$\tau_{ho} = (R_L \parallel R_{oA}) \cdot C_L' = 1,2 \cdot 10^{-16}$$

$$M_{ho} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \cdot \tau_{ho}^2} = 1$$

$$M_h = M_{hi} \cdot M_{ho} = 1$$

Изисквания:

$$\begin{aligned} R_{oA} &= 6k\Omega & R_G &= 6k\Omega \\ R_L &= 26k\Omega & C_{b'e} &= 8pF \\ C_L &= 8pF & C_{b'c} &= 3pF \\ U_o &= 1.53V & r_{bb'} &= 10\Omega \\ A_u &= 7.4 & & \end{aligned}$$

Избор на работна точка:

$$\begin{aligned} I_c &> 1,2 \frac{U_o}{R_L} = 60\mu A \\ I_c &= 0.7mA \\ U_{CE} &> 2,4U_o = 3.67V \\ U_{CE} &= 5V \end{aligned}$$

h параметри за избраната работна точка:

$$\begin{aligned} h_{11} &= 5.94\Omega & h_{21} &= 198 & r_{bb'} &= 10\Omega & S &= 33.3mS \\ h_{12} &= 2.85 \cdot 10^{-4} & h_{22} &= 9.36\mu S \end{aligned}$$

Изчисляване на постояннотоквия режим:

$$R_{oA} = R_C \parallel \frac{1}{h_{22}} = 6k\Omega \Rightarrow R_C = 6.2k\Omega$$

Стандартен:  $R_{4C} = 6.2k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_E' = \frac{E_{cc} - U_{CE} - I_c \cdot R_C}{I_c} = \frac{2.66}{0,7 \cdot 10^{-3}} = 3,8k\Omega$$

$$R_L' = R_L \parallel R_C \parallel \frac{1}{h_{22}} = 5k\Omega$$

$$A_u = \frac{SR_L'}{1 + \frac{R_G + r_{bb'}}{h_{11}} + S \cdot R_F} \Rightarrow S \cdot R_F = \frac{SR_L'}{A_u} - \left( 1 + \frac{R_G + r_{bb'}}{h_{11}} \right) = \frac{166.5}{7.4} - \left( 1 + \frac{6010}{5940} \right) = 20.5$$

$$R_F = \frac{20,5}{S} = 616\Omega \quad \text{Стандартен: } R_{4F} = 620\Omega \pm 5\% \text{ , 50mW}$$

$$A_{UF} = 7,6$$

\*  $R_F$  определя ООВ по напрежение и колкото стойността му е по- голяма, толкова по дълбока е ООВ.

$$R_E = R_E' - R_F = 3800 - 620 = 3180\Omega$$

Стандартен:  $R_E = 3k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$C_F = \frac{C_{b'e} + (R_G + r_{bb'})SC_{b'c}}{SC_{b'c}} = 46.8 pF$$

Стандартен:  $C_{4F} = 47 pF \pm 5\%$  /10V

$$U_E = 2,66V; U_{BE} = 0,61V \Rightarrow U_B = 3,65V$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{21}} = \frac{0,7 \cdot 10^{-3}}{198} = 3,5 \mu A$$

$$I_o = 21I_B$$

$$R_1 = \frac{E_{CC} - U_B}{21I_B} = \frac{12 - 3,38}{21 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6}} = 117 k\Omega$$

Стандартен:  $R_{41} = 120 k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_2 = \frac{U_B}{20I_B} = \frac{3,38}{20 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6}} = 49,5 k\Omega$$

Стандартен:  $R'_{42} = 47 k\Omega \pm 5\%$  , 50mW +  $R''_{42} = 2,4 k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_{iA} = R_1 \parallel R_2 \parallel h_{21}R_F \approx 26000 \Omega = 26 k\Omega$$

$$M_{C1} = 0,2 dB$$

$$C_4 \geq \frac{1}{2\pi f_b (R_G + R_{iA}) \sqrt{M_{C1}^2 - 1}} = \frac{1}{2\pi \cdot 500 \cdot 26050 \cdot 0,2} = 61 nF$$

Стандартен:  $C_4 = 62 nF \pm 5\%$  /10V

$$M_{CE}^2 = 0,2 dB$$

$$C_E \geq \frac{S}{2\pi f_b \sqrt{M_{C3}^2 - 1}} = \frac{33,3 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 500 \cdot 0,2} = 48,8 \mu F$$

Стандартен:  $C_{4E} = 100 \mu F \pm 5\%$  /10V

$$C_{i0} = C_{b'e} + C_{b'c} (1 + A_u) = 8 pF + 30 pF = 38 pF$$

$$C_L' = C_L + C_{b'c} + C_{MO} = 8 pF + 3,5 pF + 8,5 pF = 20 pF$$

$$\tau_{hi} = [(R_G + r_{bb'}) \parallel R_{iA}] C_{i0} = 1,9 \cdot 10^{-9}$$

$$M_{hi} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \tau_{hi}^2} = 1$$

$$\tau_{ho} = (R_L \parallel R_{oA}) C_L' = 1,2 \cdot 10^{-7}$$

$$M_{ho} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \tau_{ho}^2} = 1$$

$$M_h = M_{hi} \cdot M_{ho} = 1$$



Изисквания:

$$\begin{aligned} U_0 &= 1.5V & R_L &= 2k\Omega \\ R_{oA} &= 50\Omega & C_L &= 200pF \\ E_{CC} &= 12V \end{aligned}$$

Избор на режим:

$$I_c \geq 1,2I_{cm} = 1,2 \frac{U_0}{R_L} = 1,2 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} = 10\mu A$$

$$I_c = 1mA$$

$$U_{CE} \geq 2,4U_0 = 0.48V$$

$$U_{CE} = 5V$$

h – параметри:

$$\begin{aligned} h_{11} &= 5,13k\Omega & h_{21} &= 200 & r_{bb'} &= 10\Omega & C_{bc} &= 12pF \\ h_{12} &= 1,8 \cdot 10^{-4} & h_{22} &= 11.7\mu S & S &= \frac{h_{21}}{h_{11}} = 39mS & C_{be} &= \frac{S}{2\pi f_T} = 25pF \end{aligned}$$

Изчисляване на постояннотоковата верига:

$$R_E = \frac{E_{CC} - U_{CE}}{I_c} = \frac{7}{1.10^{-3}} = 6,97k\Omega$$

Стандартен:  $R_{3E} = 6.8k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$U_E = E_{CC} - U_{CE} = 7V$$

$$I_B = \frac{I_c}{h_{21}} = \frac{1.10^{-3}}{220} = 5\mu A$$

 $U_{BE} = 0,7V$  (определя се от спецификацията на транзистора)

$$U_B = U_E + U_{BE} = 7,72V;$$

$$I_d = 20 \cdot I_B$$

$$R_1 = \frac{E_{CC} - U_B}{I_d} = \frac{12 - 7,7}{100 \cdot 10^{-6}} = 43k\Omega$$

Стандартен:  $R_{31} = 43k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_2 = \frac{U_B}{I_d - I_B} = \frac{7,7}{95 \cdot 10^{-6}} = 81k\Omega$$

Стандартен:  $R_{32}' = 68k\Omega \pm 5\%$   $R_{32}'' = 13k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R'_L = R_E \parallel R_L \parallel \frac{1}{h_{22}} = 1518\Omega$$

$$A_U = \frac{1 + h_{21} \cdot R'_L}{h_{11} + (1 + h_{21}) \cdot R'_L} = 0,98$$

$$R_{oA} = \frac{h_{11} + R_G}{1 + h_{21}} \parallel R_E = 50\Omega$$

$$R_{iA} = R_1 \parallel R_2 \parallel [h_{11} + (1 + h_{21}) \cdot R'_L] = 26k\Omega$$

$$C_{b'e} = 8pF \quad C_{b'c} = 3pF \quad C_{Mi} = 5pF$$

$$C_{i\partial} = C_{b'c} + C_{b'e} \cdot (1 - A_u) + C_{Mi} = 8.16pF$$

$$M_{C1} = M_{C2} = 0,2dB$$

$$C_3 \geq \frac{1}{2\pi f_b \cdot (R_G + R_{iA}) \cdot \sqrt{M_{C1}^2 - 1}} = \frac{1}{3145.32000.0,2} = 44.4nF$$

Стандартен:  $C_3 = 62nF \pm 5\%$  /10V

$$\tau_{hi} = [(R_G + r_{bb'}) \parallel R_{iA}] \cdot C_{i\partial} = 1031.19pF = 19,6 \cdot 10^{-9}$$

$$M_{hi} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \cdot \tau_{hi}^2} = 1$$

$$C_L' = C_L + C_{b'c} + C_{Mo} = 200pF + 12pF + 8pF \approx 220pF$$

$$\tau_{ho} = (R_L \parallel R_{oA}) \cdot C_L' = 1,2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{ho} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \cdot \tau_{ho}^2} = 1$$

$$M_h = M_{hi} \cdot M_{ho} = 1$$

Второ стъпало: тип – Общ Емитер

Изисквания:

$$\begin{aligned} R_{oA} &= 6k\Omega & R_G &= 6k\Omega \\ R_L &= 26k\Omega & C_{b'e} &= 8pF \\ C_L &= 8pF & C_{b'c} &= 3pF \\ U_o &= 1.53V & r_{bb'} &= 10\Omega \\ A_u &= 7.4 \end{aligned}$$

Избор на работна точка:

$$I_c > 1,2 \frac{U_o}{R_L} = 10\mu A$$

$$I_c = 0.7mA$$

$$U_{CE} > 2,4U_o = 0.5V$$

$$U_{CE} = 5V$$

h параметри за избраната работна точка:

$$\begin{aligned} h_{11} &= 5.94\Omega & h_{21} &= 198 & r_{bb'} &= 10\Omega & S &= 33.3mS \\ h_{12} &= 2.85 \cdot 10^{-4} & h_{22} &= 9.36\mu S \end{aligned}$$

Изчисляване на постояннотоквия режим:

$$R_{oA} = R_C \parallel \frac{1}{h_{22}} = 6k\Omega \Rightarrow R_C = 6.2k\Omega$$

Стандартен:  $R_{4C} = 6.2k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_E' = \frac{E_{cc} - U_{CE} - I_c \cdot R_C}{I_c} = \frac{2.66}{0,7 \cdot 10^{-3}} = 3,8k\Omega$$

$$R_L' = R_L \parallel R_C \parallel \frac{1}{h_{22}} = 5k\Omega$$

$$A_u = \frac{SR_L'}{1 + \frac{R_G + r_{bb'}}{h_{11}} + S \cdot R_F} \Rightarrow S \cdot R_F = \frac{SR_L'}{A_u} - \left( 1 + \frac{R_G + r_{bb'}}{h_{11}} \right) = \frac{166.5}{7.4} - \left( 1 + \frac{6010}{5940} \right) = 20.5$$

$$R_F = \frac{20,5}{S} = 616\Omega \quad \text{Стандартен: } R_{2F} = 620\Omega \pm 5\% \text{ , } 50mW$$

$$A_{UF} = 7,6$$

\*  $R_F$  определя ООВ по напрежение и колкото стойността му е по- голяма, толкова по дълбока е ООВ.

$$R_E = R_E' - R_F = 3800 - 620 = 3180\Omega$$

Стандартен:  $R_{2E} = 3k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$C_F = \frac{C_{b'e} + (R_G + r_{bb'})SC_{b'c}}{SC_{b'c}} = 46.8 pF$$

Стандартен:  $C_{2F} = 47 pF \pm 5\%$  /10V

$$U_E = 2,66V; U_{BE} = 0,61V \Rightarrow U_B = 3,65V$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{21}} = \frac{0,7 \cdot 10^{-3}}{198} = 3,5 \mu A$$

$$I_{\partial} = 21I_B$$

$$R_1 = \frac{E_{CC} - U_B}{21I_B} = \frac{12 - 3,38}{21 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6}} = 117 k\Omega$$

Стандартен:  $R_{21} = 120 k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_2 = \frac{U_B}{20I_B} = \frac{3,38}{20 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6}} = 49,5 k\Omega$$

Стандартен:  $R'_{22} = 47 k\Omega \pm 5\%$  , 50mW +  $R''_{22} = 2,4 k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_{iA} = R_1 \parallel R_2 \parallel h_{21}R_F \approx 26000 \Omega = 26 k\Omega$$

$$M_{C1} = 0,2 dB$$

$$C_2 \geq \frac{1}{2\pi f_b (R_G + R_{iA}) \sqrt{M_{C1}^2 - 1}} = \frac{1}{2\pi \cdot 500 \cdot 26100 \cdot 0,2} = 57 nF$$

Стандартен:  $C_2 = 62 nF \pm 5\%$  /10V

$$M_{CE}^2 = 0,2 dB$$

$$C_E \geq \frac{S}{2\pi f_b \sqrt{M_{C3}^2 - 1}} = \frac{33,3 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 500 \cdot 0,2} = 48,8 \mu F$$

Стандартен:  $C_{2E} = 100 \mu F \pm 5\%$  /10V

$$C_{i\partial} = C_{b'e} + C_{b'c}(1 + A_u) = 8 pF + 30 pF = 38 pF$$

$$C_L' = C_L + C_{b'c} + C_{MO} = 8 pF + 3,5 pF + 8,5 pF = 20 pF$$

$$\tau_{hi} = [(R_G + r_{bb'}) \parallel R_{iA}] C_{i\partial} = 1,9 \cdot 10^{-9}$$

$$M_{hi} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \tau_{hi}^2} = 1$$

$$\tau_{ho} = (R_L \parallel R_{oA}) C_L' = 1,2 \cdot 10^{-7}$$

$$M_{ho} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \tau_{ho}^2} = 1$$

$$M_h = M_{hi} \cdot M_{ho} = 1$$

Изисквания:

$$R_L = 26k\Omega$$

$$R_{iA} = 50\Omega \quad C_{b'e} = 8pF$$

$$C_L = 20pF \quad C_{b'c} = 3pF$$

$$U_o = 24mV \quad r_{bb'} = 10\Omega$$

$$A_u = 1.8$$

Избор на работна точка:

$$R_{iA} = \frac{1}{S} = 50\Omega \Rightarrow S = 20mS$$

$$I_c = 0.6mA$$

$$U_{CE} = 5V$$

h параметри за избраната работна точка:

$$\begin{aligned} h_{11} &= 10\Omega & h_{21} &= 200 & r_{bb'} &= 10\Omega & S &= 20mS \\ h_{12} &= 2.85 \cdot 10^{-4} & h_{22} &= 9.36\mu S \end{aligned}$$

Изчисляване на постояннотоковия режим:

$$A_U = R_C S = 1.75 \Rightarrow R_C = \frac{A_U}{S} = 87.5\Omega$$

Стандартен:  $R_{4C} = 82\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_E = \frac{E_{cc} - U_{CE} - I_C \cdot R_C}{I_C} = \frac{6.95}{0.6 \cdot 10^{-3}} = 11.6k\Omega$$

Стандартен:  $R_{1E} = 12k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$U_E = 6.95V; U_{BE} = 0.65V \Rightarrow U_B = 7.6V$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{21}} = \frac{0.6 \cdot 10^{-3}}{200} = 3\mu A$$

$$I_o = 18I_B$$

$$R_1 = \frac{E_{CC} - U_B}{18I_B} = \frac{12 - 7.6}{18.3 \cdot 10^{-6}} = 82k\Omega$$

Стандартен:  $R_{11} = 82k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_2 = \frac{U_B}{20I_B} = \frac{7.6}{17.3 \cdot 10^{-6}} = 149k\Omega$$

Стандартен:  $R_{22} = 150k\Omega \pm 5\%$  , 50mW

$$R_{oA} = R_C = 91\Omega$$

$$M_{C1} = 0,2dB$$

$$C_1 \geq \frac{1}{2\pi f_b \cdot (R_G + R_{iA}) \sqrt{M_{C1}^2 - 1}} = \frac{1}{2\pi \cdot 500 \cdot 50 \cdot 0,2} = 31,8\mu F$$

Стандартен:  $C_2 = 33\mu F \pm 5\%$  /10V

$$M_{CB} = 0,2dB$$

$$C_B \geq \frac{1}{2\pi f_b (R_1 \parallel R_2)} \sqrt{\frac{(1+p) - M_{C3}^2}{M_{C3}^2 - 1}} = 188nF$$

Стандартен:  $C_B = 750nF \pm 5\%$  /10V

$$C_{i\partial} = C_{b'e} + C_{b'c}(1 + A_u) = 8pF + 6pF = 14pF$$

$$C_L' = C_L + C_{b'c} + C_{MO} = 8pF + 3,5pF + 8,5pF = 20pF$$

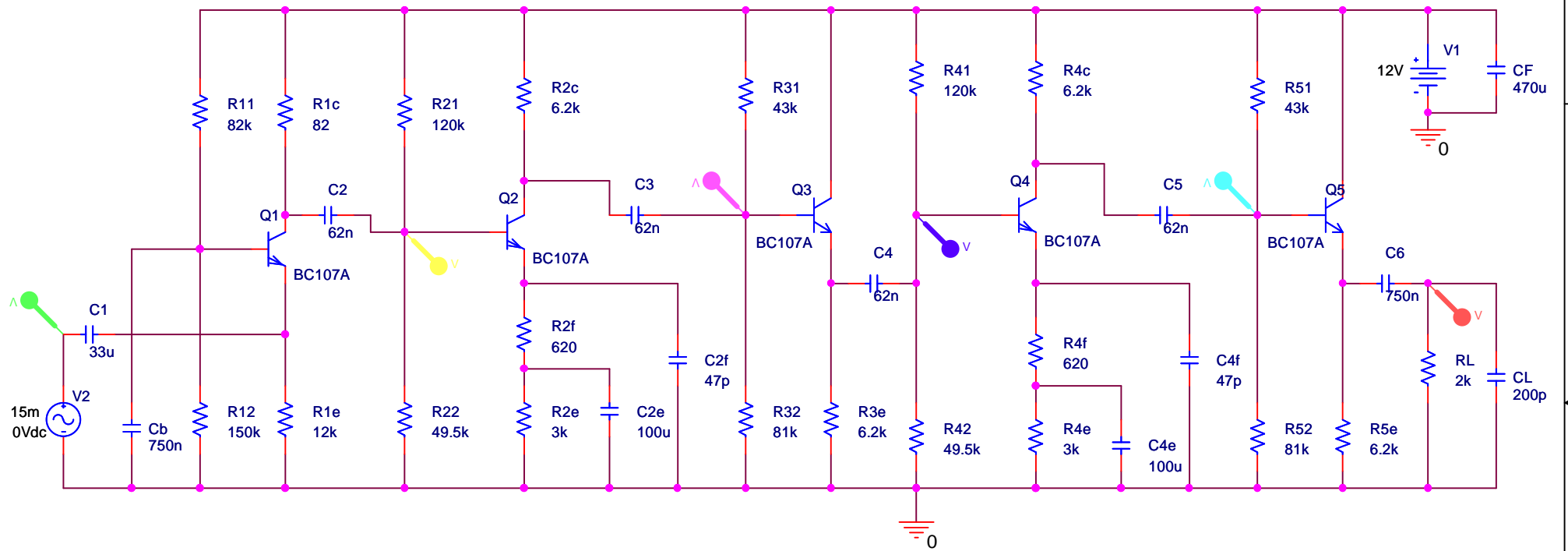
$$\tau_{hi} = [(R_G + r_{bb'}) \parallel R_{iA}] C_{i\partial} = 0,112 \cdot 10^{-9}$$

$$M_{hi} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \cdot \tau_{hi}^2} = 1$$

$$\tau_{ho} = (R_L \parallel R_{oA}) C_L' = 1,2 \cdot 10^{-7}$$

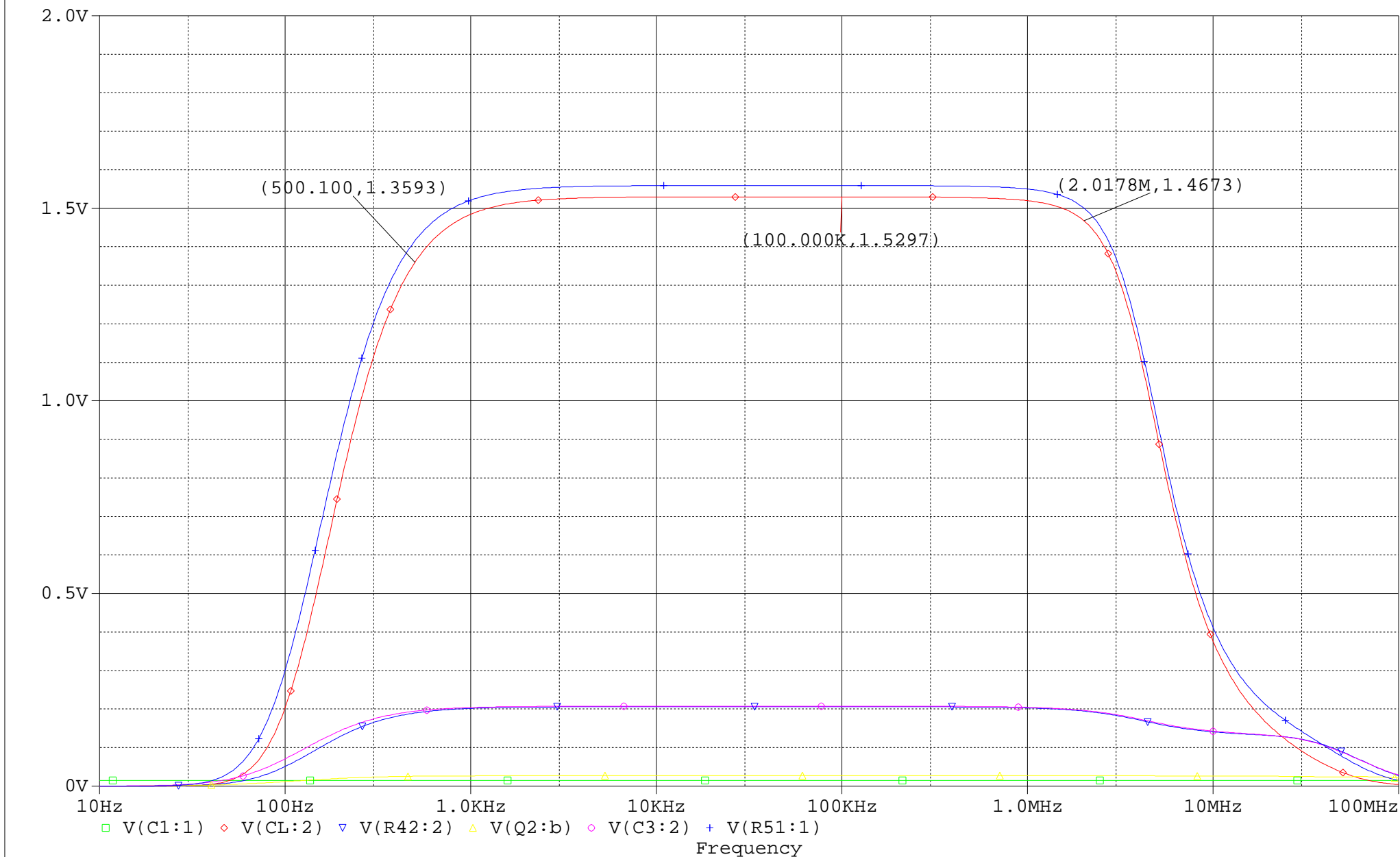
$$M_{ho} = \sqrt{1 + \omega_h^2 \cdot \tau_{ho}^2} = 1$$

$$M_h = M_{hi} \cdot M_{ho} = 1$$



Title		
Wideband Amplifier		
Size	Document Number	Rev
A	WBA 5.BC107A.100.2M.001 DMI	1
Date:	Monday, May 18, 2009	Sheet 1 of 1

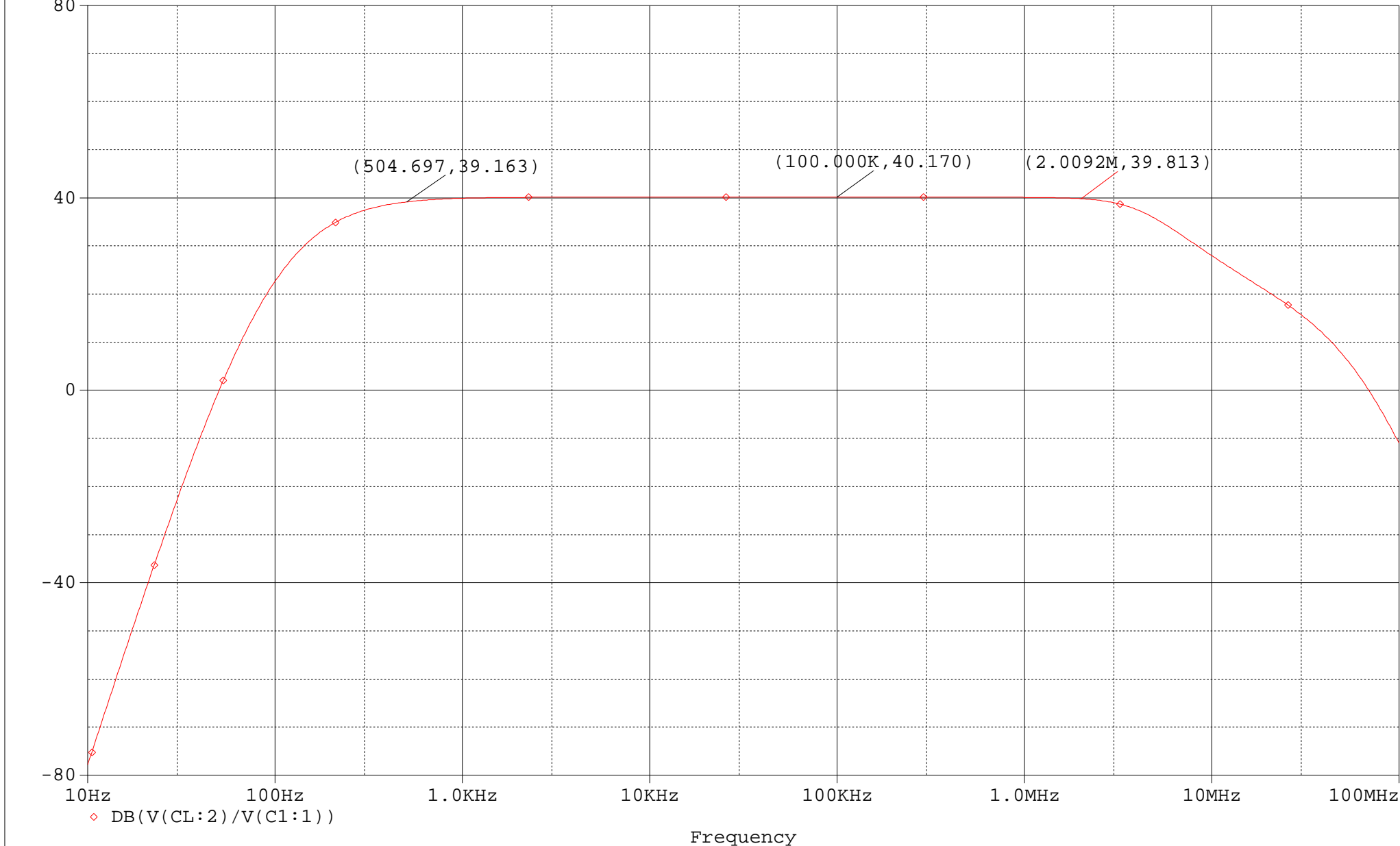
(A) ac sweep.dat (active)





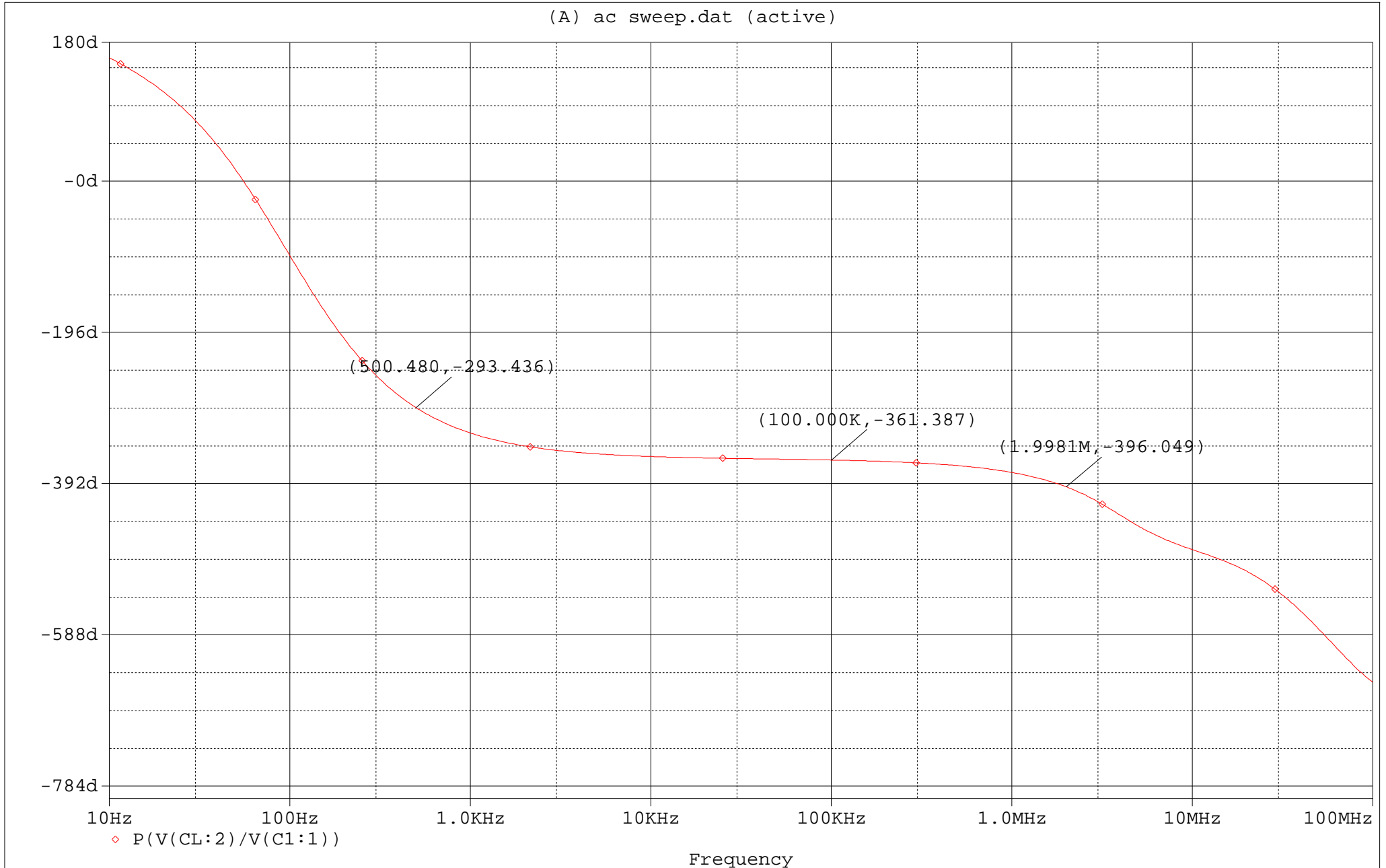
Amplitude-Frequency Chart

(A) ac sweep.dat (active)



# Phase-Frequency Chart

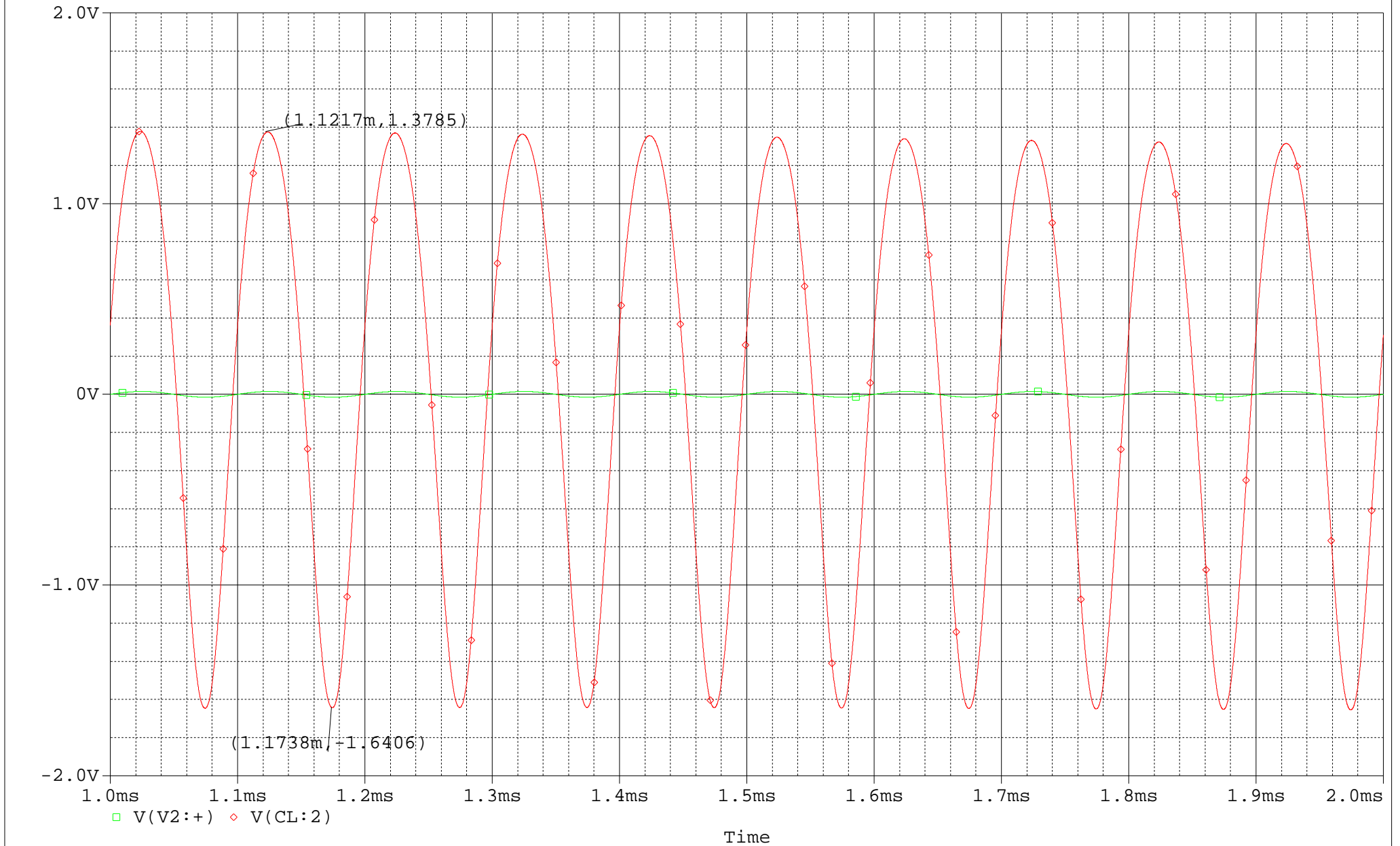
(A) ac sweep.dat (active)



◇ P(V(CL:2)/V(C1:1))

Waveform

(A) time domain.dat (active)



## Спецификация

Означение	Стойност	количество	забележка
Кондензатори			
C <sub>1</sub>	33μF	1	±5% / 10V
C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub>	62nF	4	±5% / 10V
C <sub>6</sub> , C <sub>B</sub>	750nF	2	±5% / 10V
C <sub>2E</sub> , C <sub>4E</sub>	100μ	2	±5% / 10V
C <sub>2F</sub> , C <sub>4F</sub>	47pF	2	±5% / 10V
C <sub>F</sub>	470μF	1	±5% / 16V
Резистори			
R <sub>11</sub>	82kΩ	1	50mW
R <sub>12</sub>	150kΩ	1	50mW
R <sub>1C</sub>	82Ω	1	50mW
R <sub>1E</sub>	12kΩ	1	50mW
R <sub>21</sub> , R <sub>41</sub>	120kΩ	2	50mW
R <sub>22</sub> ' , R <sub>42</sub> '	47kΩ	2	50mW
R <sub>22</sub> '' , R <sub>42</sub> ''	2.4kΩ	2	50mW
R <sub>2C</sub> , R <sub>3E</sub> , R <sub>4C</sub> , R <sub>5C</sub>	6.2kΩ	4	50mW
R <sub>2F</sub> , R <sub>4F</sub>	620Ω	2	50mW
R <sub>2E</sub> , R <sub>4E</sub> ,	3kΩ	2	50mW
R <sub>31</sub> , R <sub>51</sub>	43kΩ	2	50mW
R <sub>32</sub> ' , R <sub>52</sub> '	68kΩ	2	50mW
R <sub>32</sub> '' , R <sub>52</sub> ''	13kΩ	2	50mW
Транзистори			
Q <sub>1</sub> , Q <sub>2</sub> , Q <sub>3</sub> , Q <sub>4</sub> ,Q <sub>5</sub>	BC107A	5	

### Използвана Литература:

1. Ръководство за курсово проектиране по електронни аналогови схеми и устройства – Златаров, Донеvска, Стаменов, Нихтянов, Аспарухова, Георгиев
2. Ръководство за лабораторни упражнения – Донеvска, Стаменов, Пандиев, Аспарухова, Якимов
3. Аналогова схемотехника – 1 – Пандиев, Донеvска, Стаменов
4. Спецификации - <http://alldatasheet.com/>