# Proiectarea corectorului de ton

## Alegera schemei

Controlul activ al tonului se efectuează, cel mai des, asupra frecvențelor *joase* şi *înalte* şi asigură ajustarea independentă a amplificării în zona frecvențelor joase şi înalte ale domeniului de audiofrecvență. Un circuit utilizat frecvent are schema reprezentată în fig. 5.1, *a*. Răspunsul în frecvență are aspectul din fig. 5.1, *b*.

În domeniul frecvențelor joase din banda audio (20Hz…100Hz), condensatoarele schemei se consideră circuite deschise (gol), astfel că în circuitul de reacție intră numai cele două rezistoare *R*1a-4 şi *R*1b-4 şi rezistorul *R*2-4. Circuitul reprezintă o configurație inversoare şi se determină:

*a) Amplificarea şi atenuarea circuitului la frecvențe joase:*

* *amplificarea maximă la frecvențe joase*, pentru cursorul potențiometrului *R*2-4 aflat în extrema stângă:

(5.1)

unde .

* *atenuarea maximă la frecvențe joase*, pentru cursorul potențiometrului *R*2-4 aflat în extrema dreaptă:

(5.2)

Se poate considera că *AL(max)* şi *AL(min)* nu depind semnificativ de amplificarea în buclă deschisă a AO deoarece domeniul de frecvențe unde se determină *AL* se află sub 100Hz.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *a)* | *b)* |
| **Fig. 5.1.** *Controlul activ al tonului pentru frecvențe joase şi înalte:*  *(a) Schema circuitului corector; (b) Răspunsul în frecvență* | |

*b) Frecvența de frângere* a caracteristicii în zona frecvențelor joase, comună atât pentru amplificarea maximă cât şi pentru atenuarea maximă, este:

(5.3)

În domeniul frecvențelor înalte din banda audio (10kHz…15kHz), condensatoarele schemei se consideră scurtcircuit, iar rezistența *R*2-4 nu contează, fiind şuntat de condensatorul *C*1-4. Aplicând echivalarea stea-triunghi pentru circuitul tip stea format din rezistoarele *R*1a-4, *R*1b-4 şi *R*5-4 şi punând condiția , se pot determina:

*c) Amplificarea şi atenuarea circuitului la frecvențe înalte:*

* *amplificarea maximă la frecvențe înalte*, pentru cursorul potențiometrului *R*4-4 aflat în extrema stângă:

(5.4)

* *atenuarea maximă la frecvențe înalte*, pentru cursorul potențiometrului *R*4-4 aflat în extrema dreaptă

(5.5)

*d) Frecvența de frângere* a caracteristicii în zona frecvențelor înalte, comună atât pentru amplificarea maximă cât şi pentru atenuarea maximă, este:

(5.6)

**Observație:** Corectorul de ton fiind un circuit de tip inversor, impedanța de intrare este determinată de elementele de circuit conectate în serie cu intrarea inversoare a AO, între care se află şi potențiometrele *R*2-4 şi *R*4-4. Impedanța de intrare depinde de poziția cursoarelor potențiometrelor şi de frecvența semnalului prelucrat. Pentru ca circuitul din lanțul audio, conectat în amonte de corectorul de ton, să nu fie influențat negativ de această variație de impedanță, se pot lua următoarele măsuri:

* la intrarea corectorului de ton se conectează un circuit repetor, realizat tot cu un AO sau
* semnalul de intrare în corector se culege de la ieşirea unui circuit cu impedanță de ieşire foarte mică (circuit realizat cu AO).

## Dimensionarea rezistențelor şi a condensatoarelor

Câştigul de 20dB corespunde la o amplificare de 10V/V (adică de 10 ori). Rezultă

* conform relației (5.1):

(5.7)

* şi conform relației (5.4):

(5.8)

Tipic, se alege pentru *R*2-4 un potențiometru de 100kΩ [6].

Din relația (5.7) se calculează *R*1a-4 şi *R*1b-4, considerând :

(5.9)

Pentru a avea cât mai puține valori distincte de rezistențe, se alege:

(5.10)

Din relația (5.8) se calculează R3a-4 şi R3b-4, considerând 

(5.11)

Pentru a se îndeplini condiția se alege pentru R4-4 o valoare standard superioară celei rezultate din calcul:

(5.12)

Condensatoarele *C*1-4 şi *C*2-4 se dimensionează cu ajutorul relațiilor (5.13):

(5.13a)

respectiv

(5.13b)

şi se aleg valorile standard cele mai apropiate [6].

## Verificare prin simulare Spice

Se determină răspunsul în frecvență al circuitului.

Circuitul utilizat în simulare este reprezentat în fig. 5.2:



**Fig. 5.2.** *Schema utilizată în simularea Spice a corectorului de ton*

|  |
| --- |
| Indicații:   * La intrarea circuitului din fig. 5.2 se aplică semnal de la o sursă de c.a. (VAC, amplitudinea 0.1V) şi se efectuează o analiză de c.a. (AC Sweep/Noise: Start Frequency=1, End Frequency=1Meg, Points/Decade=11). * Se determină răspunsul în frecvență. Se reprezintă grafic DB(V(Uo)) - DB(V(Uomix)) pentru 3 valori ale parametrului SET al potențiometrelor:   + SET=0 la R2-4 şi SET=1 la R4-4;   + SET=1 la R2-4 şi SET=0 la R4-4;   + SET=0.5 la R2-4 şi SET=0.5 la R4-4. * Se aduce în document fiecare caracteristică astfel obținută şi se identifică la care situație corespunde (amplificare, atenuare sau fără efect). * Se activează cursorul, se determină frecvențele fL (cursorul 1) şi fH (cursorul 2) şi ferestrele Probe Cursor se aduc în document.   SAU   * Se repetă circuitul corector de ton de 3 ori pe un singur desen, se ajustează parametrul SET al potențiometrelor ca mai sus şi se reprezintă cele 3 curbe pe un singur grafic. |