

*De la tehnicieni adunate
pentru cei care vor sa invete.
Curs de ...*

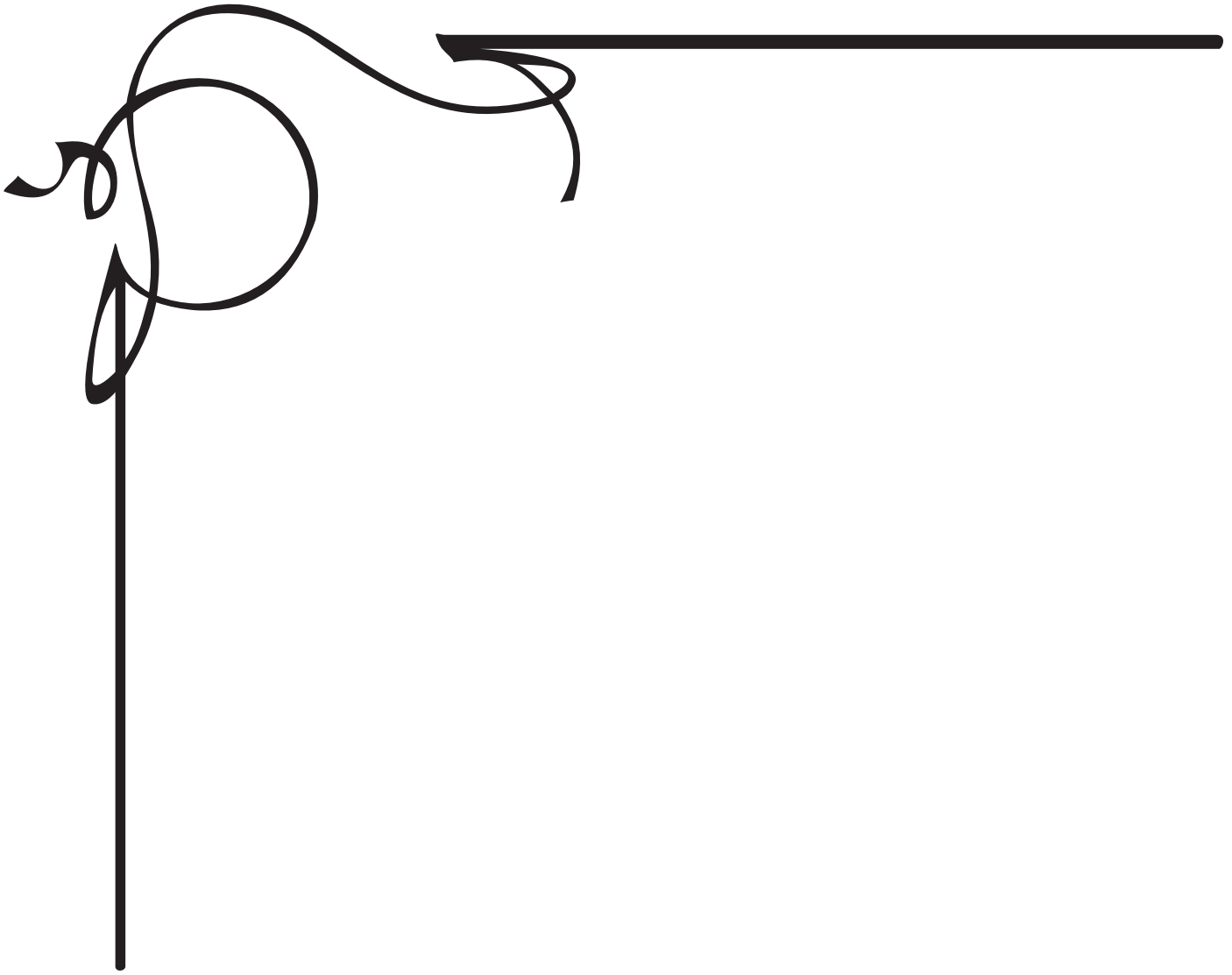
ELECTRONICA PENTRU INCEPATORI

*Notiuni si circuite elementare.
Circuite de electronica analogica.
Notiuni si circuite de radiofrecventa, radio si tv.
Circuite numerice elementare.
Circuite de electronica industrialala.*



C.M. George

© Copyright by C.M. George 2007 - 2011. Toate drepturile sunt rezervate.



*76487 - OEM - 0014691 - 16525
NAV 2007 10728939 - IN 0000614172
PCB123 (TM) Schematic Version 2.1.0.600
pdfFactory Pro3 1197309549 - 32388 - 146322
CorelDRAW X3 Graphics Suite
Version 13.0.0.739 7 35163 10679 4*

*Inregistrare copyright:
I.D.C. Nr. 3899 2007 Decembrie 28, 12:00*

© Publicat de C.M. George. Prima editie 2008.
*Editarea, compilarea, printarea si protejarea juridica,
efectuate exclusiv de autor.*

*Editat in limba romana.
Printed in ROMANIA.*

Nota de autor

Este un efort considerabil, ca rezultat al strangerii de informatie tehnica valoroasa din punct de vedere practic, pe parcursul a mai mult de douazeci de ani, de a aduna intr-un singur material, fie el si pentru incepatori in acest domeniu, cunostinte elementare, esentiale pentru intelegerea, stapanirea si practicarea acestei meserii frumoase, dar care necesita un bagaj de informatie teoretica, urias.

Acest curs este destinat tuturor celor care vor sa invete. Care vor sa-si largeasca competenta in acest domeniu, iar pentru cei care practica deja, o mica baza de date si informatie, aproape ca o agenda de lucru.

Pentru a transmite aceste informatii tehnice catre utilizator, s-a folosit un limbaj mai putin uzitat, mai aparte, un limbaj tehnic direct, clar si la obiect. Este un curs in "clar".

Am considerat, aprofundarea, detalierea, calculul sofisticat, ca fiind subiectele manualelor si cartilor de specialitate dedicate, sau mediilor de invatamant de specialitate. Intr-o lume care traieste o avalansa de informatie tehnica, si nu numai, aproape greu de urmarit, materialul de fata este o "picatura intr-un ocean", dar suficienta pentru ca acei care abordeaza acest domeniu, sa invete, sa practice cu eficienta aceasta meserie.

Schemele sunt putin comprimate, datorita programului cu care a fost editata si compilata lucrarea, dar sper sa nu fie un inconvenient in procesul de studiu. Toate schemele, etajele sau blocurile functionale, au importanta teoretica si au fost figurate cu un scop precis, in procesul de studiu.

*Se observa atentionarea Copyright, din lucrare. Niciodata, informatiile si documentatiile de valoare, produsele originale si importante pentru dezvoltarea si prosperitatea fiecaruia dintre noi, **nu apar acolo unde se incalca drepturile proprietatii intelectuale, a dreptului de autor, se copie si redistribuie ilegal sau se contrafac. Nerespectarea principiului elementar, al dreptului de autor, stopeaza revelarea catre marea masa de utilizatori, a informatiei, uneori esentiala, stopeaza promovarea produselor, cu adevarat importante si de valoare.***

Este foarte important, ca fiecare dintre noi sa promovam respectarea legii, a Dreptului de autor, a Desenelor si Modelelor industriale, legi care ne ajuta si ne apara, prin acestea protejand si promovand propriile idei, proiecte si produse, impartasind si celorlalti, in folosul si prosperitatea comuna.

Orice observatie, cu privire la editare, la expunerea problemelor, lipsuri sau noutati in domeniu, sunt bine venite si nu vor face altceva, decat sa completeze acest material, in folosul comunitatii tehnice.

C. M. George

CUPRINS

Rezistente	pag. 3
Clasificarea rezistentelor	pag. 3
Divizorul de tensiune	pag. 4
Condensatoare	pag. 4
Dioda semiconductoare	pag. 5
Tranzistorul	pag. 6
Polarizarea - alimentarea tranzistorului	pag. 6
Alimentarea tranzistorului pnp	pag. 8
Tranzistorul in regim de semnal	pag. 8
Amplificatorul in conexiune emitor comun	pag. 9
Tranzistorul in conexiune colector comun	pag. 10
Tranzistorul in conexiune baza comuna	pag. 11
Schema echivalenta a tranzistorului, cu parametrii "h"	pag. 11
Tuburi	pag. 12
Trioda	pag. 12
Functionarea ca amplificator	pag. 12
Tetroda, pentoda	pag. 13
Tubul cinescop	pag. 14
Tutul electronic	pag. 14
Deflexia electronilor	pag. 15
Deflexia electrostatica	pag. 15
Miscarea electronului in camp electromagnetic	pag. 16
Tubul cinescop tricrom cu masca perforata	pag. 17
Tuburi videocaptoare	pag. 17
Tubul iconoscop	pag. 17
Tubul supericonoscop	pag. 18
Tubul superorticon	pag. 18
Tranzistorul cu efect de camp (TEC)	pag. 19
Tranzistorul unijonctiune (TUJ)	pag. 21
Tiristorul	pag. 22
Triacul	pag. 23
Diacul	pag. 23
Circuite integrate	pag. 24
Amplificatoare (I)	pag. 24
Amplificatorul in clasa A	pag. 25
Amplificatorul in clasa C	pag. 25
Calculul unui etaj amplificator	pag. 26
Reglajul de ton	pag. 26
Reglajul de ton la frecvente joase	pag. 27
Reactia negativa in amplificatoare	pag. 27
Reactie cu rezistenta in emitor nedecuplata	pag. 27
Reactie negativa globala	pag. 27
Schema echivalenta a tranzistorului la frecvente inalte	pag. 28
Oscilatoare	pag. 28
Conditia de oscilatie	pag. 29
Oscilatoare sinusoidale	pag. 29

Oscilatorul cu circuit acordat si reactie prin inductanta mutuala	pag. 29
Oscilatoare in trei puncte	pag. 30
Oscilatorul Hartley	pag. 30
Oscilator de tip Colpitts	pag. 30
Oscilatorul cu quart	pag. 30
Oscilator de unda dreptunghiulara	pag. 31
Oscilator sinusoidal RC	pag. 31
Modulatia	pag. 31
Modulatia de amplitudine (MA)	pag. 31
Modulatia de frecventa (MF)	pag. 32
Puterea in emisiunea cu MA	pag. 33
Impulsuri	pag. 34
Impulsul dreptunghiular	pag. 34
Circuitul de derivare	pag. 34
Circuitul de integrare	pag. 35
Limitatoare	pag. 36
Limitare cu tranzistor	pag. 36
Amplificatoare de impulsuri	pag. 36
Oscilatorul autoblocat	pag. 37
Linii de transmisie	pag. 37
Analiza imaginii. Lantul de televiziune	pag. 40
Explorarea progresiva. Frecventa video maxima	pag. 40
Explorarea intretesuta	pag. 41
Semnalul video complex	pag. 42
Semnal de stingere V, pentru semicadrul impar	pag. 43
Semnal de stingere V, pentru semicadrul par	pag. 43
Standarde de televiziune	pag. 44
Efectul fotoelectric	pag. 45
Fotomultiplicatorul	pag. 45
Miscarea electronului in camp electric (II)	pag. 45
Tunul electronic (II)	pag. 46
Amplificatoare (II)	pag. 47
Calculul amplificarii la frecvente medii, la amplificator cu tuburi	pag. 47
Calculul amplificarii la frecvente inalte	pag. 48
Calculul amplificarii la frecvente joase	pag. 48
Amplificarea la frecvente medii, la tranzistori	pag. 49
Amplificarea la frecvente inalte	pag. 50
Corectia la frecvente joase	pag. 50
Corectia la frecvente inalte	pag. 50
Corectia serie	pag. 51
Corectia prin reactie negativa selectiva	pag. 51
Amplificatorul de curent continuu	pag. 51
Reactia negativa	pag. 53
Reactia serie - paralel	pag. 54
Calculul impedantei de intrare	pag. 54
Calculul impedantei de iesire	pag. 54

Reactia paralel - paralel	pag. 55
Calculul impedantei de intrare	pag. 55
Amplificatorul de inalta frecventa	pag. 55
Circuitul basculant astabil (multivibrator, CBA)	pag. 57
Circuitul basculant bistabil (CBB)	pag. 58
Circuitul basculant monostabil (CBM)	pag. 59
Amplificatoare operationale	pag. 60
Amplificatorul diferential	pag. 61
Aplicatii ale amplificatoarelor operationale	pag. 63
Amplificatorul sumator	pag. 63
Amplificatorul cu intrare diferentiala	pag. 63
Integrator cu amplificator operational	pag. 63
Amplificator operational cu circuit de diferentiere	pag. 63
Convertoare tensiune - curent	pag. 64
Surse de referinta si stabilizatoare de tensiune cu amplificatoare operationale	pag. 65
Redresoare de precizie cu amplificatoare operationale	pag. 66
Detectoare de varf	pag. 66
Circuite de esantionare si memorare	pag. 66
Amplificatoare logaritmice si exponentiale	pag. 67
Circuite LC	pag. 68
Circuitul serie LC	pag. 68
Circuitul derivatie LC	pag. 69
Transmisia unui semnal la distanta. Modulatia de amplitudine (MA) (II)	pag. 71
Schema bloc a unui emitator	pag. 72
Schema bloc a receptorului	pag. 72
Schema bloc a receptorului cu MA si MF	pag. 72
Frecventa imagine (oglinza)	pag. 72
Alimentarea receptoarelor. Redresarea monoalternanta	pag. 73
Redresarea dubla alternanta cu priza mediana	pag. 73
Redresarea dubla alternanta cu punte redresoare	pag. 74
Multiplicatorul de tensiune	pag. 74
Alt montaj dublor de tensiune	pag. 74
Amplificatorul de audiofrecventa (III)	pag. 75
Amplificatorul de tensiune	pag. 75
Calculul amplificarii de tensiune	pag. 75
Calculul frecventei limita superioara	pag. 76
Calculul frecventei limita inferioara	pag. 77
Amplificator in clasa A (II)	pag. 78
Amplificator in clasa B	pag. 79
Amplificator in clasa B, cu transformator defazor si tranzistoare de iesire	pag. 80
Amplificator in clasa B, fara transformatoare	pag. 80
Etaj audio cvasicomplementar	pag. 81
Detectia	pag. 82
Detectorul serie	pag. 82
Detectorul derivatie	pag. 82
Detectia oscilatiei MF	pag. 83

Detector (discriminator) de faza	pag. 83
Detectorul de raport	pag. 85
Amplificatorul de frecventa intermediara, AFI	pag. 86
AFI cu circuit cuplat	pag. 86
Schimbarea de frecventa	pag. 86
Schimbatorul de frecventa autooscilant	pag. 87
Oscilatorul local (OL)	pag. 88
Performantele OL	pag. 89
Blocul de UUS (Unde Ultra Scurte)	pag. 89
Bloc UUS acordat cu diode varicap	pag. 90
Circuitul de intrare	pag. 91
Antene de receptie. Antena pe bara de ferita	pag. 92
Acordul antenelor	pag. 92
Antena telescopica	pag. 93
Antena dipol	pag. 93
Dipolul inchis la linia bifilara	pag. 94
Adaptarea dipolului deschis la linia bifilara	pag. 94
Reglajul automat al amplificarii, RAA	pag. 94
RAA cu actiune dubla, cu intarziere	pag. 94
Reglajul automat de frecventa	pag. 96
Circuitul Squelch	pag. 97
Schema bloc a unui receptor de trafic	pag. 97
Sisteme de inregistrare si redare a sunetului. Sistemul mecanic	pag. 98
Amplificatorul de redare	pag. 99
Doze. Doza electromagnetica	pag. 99
Doza piezoelectrica	pag. 100
Inregistrarea si redarea magnetica a sunetului	pag. 100
Amplificatorul audio	pag. 102
Stereofonia. Receptorul stereo	pag. 103
Traductoare. Difuzorul electrodinamic	pag. 107
Castile	pag. 107
Microfoanele. Microfonul cu carbune	pag. 108
Microfonul electrodinamic	pag. 108
Microfonul condensator	pag. 108
Microfonul electret	pag. 108
Caracteristicile unui microfon	pag. 108
Propagarea undelor metrice	pag. 109
Defecte mecanice la pick-upuri. Defecte electrice	pag. 110
Alimentarea receptoarelor (II). Stabilizarea tensiunii filtrate	pag. 111
Aparate de masura utilizate la depanarea receptoarelor	pag. 112
Osciloscopul	pag. 112
Vobuloscopul	pag. 114
Masurarea distorsiunilor de neliniaritate	pag. 115
Distorsiometru cu FOB (Filtru Trece Banda)	pag. 116
Masurarea puterii in audiofrecventa	pag. 117
Generatoare de semnal. Generatorul de radiofrecventa	pag. 118

Performantele radioreceptoarelor	pag. 118
Masurarea selectivitatii	pag. 119
Atenuarea frecventei imagine	pag. 119
Atenuarea frecventei intermediare	pag. 119
Masurarea fidelitatii	pag. 119
Metode de depanare a radioreceptoarelor	pag. 120
Metoda injectiei de semnal	pag. 120
Metoda substituirii etajelor	pag. 120
Depanarea blocului de alimentare	pag. 120
Amplificatorul audio cu circuit integrat	pag. 121
Amplificatorul audio al receptorului "Gloria". Verificarea amplificatorului	pag. 122
Verificarea in regim dinamic	pag. 124
Detectia, verificare si defecte	pag. 124
Demodularea MF cu circuit integrat	pag. 124
Verificarea si defectele blocului de demodulare	pag. 126
Amplificatorul de frecventa intermediara (AFI), verificare si defecte	pag. 126
Schimbatorul de frecventa (SF) la receptorul "Gloria", pe UL	pag. 128
Oscilatorul local (OL)	pag. 129
Alinierea	pag. 129
Verificarea SF - ului si OL - ului	pag. 129
Alinierea blocului de UUS la receptorul "Gloria"	pag. 130
Verificarea si defecte in UUS	pag. 130
Adaptarea receptorului din norma CCIR in norma OIRT	pag. 130
Defecte ale RAA si RAF	pag. 131
Decodorul stereo	pag. 131
Verificarea si reglarea decodorului stereo	pag. 134
Schema bloc a receptorului TV	pag. 136
Selectorul de canale cu tranzistoare	pag. 136
Oscilator local cu comutatie electronica	pag. 138
Selector pentru UIF	pag. 138
AFICC - cale comuna	pag. 140
Circuite de rejectie cu atenuare infinita	pag. 140
Circuitul de rejectie de 26dB pentru 31,5MHz	pag. 141
AFICC cu tranzistoare	pag. 142
Antene de receptie in TV	pag. 142
AFICC cu circuit integrat TDA440	pag. 144
Etaje de video - frecventa. Detectorul video	pag. 145
Schema de detector video	pag. 147
Detector folosit la receptoare tv tranzistorizate	pag. 147
Amplificatorul de videofrecventa cu tranzistori	pag. 149
Corectia la frecvente inalte prin reactie negativa selectiva	pag. 151
Corectia cu bobine la frecvente inalte a AVF - ului	pag. 152
Corectia derivatie	pag. 152
Corectia serie	pag. 152
Reglajul automat al amplificarii. Moduri de realizare a RAA - ului	pag. 152
RAA cu circuit poarta, cu tub	pag. 154

RAA cu tranzistoare	pag. 155
Sincroseparatorul	pag. 156
Sincroseparatorul cu tranzistoare	pag. 156
Sincroprocesorul	pag. 157
Verificarea selectorului de canale cu generatorul de semnal	pag. 158
Verificarea AFICC. Defecte	pag. 159
Tubul cinescop cu circuitele aferente	pag. 160
Circuitele cinescopului la tv "Sport"	pag. 160
Circuitele cinescopului la tv cu CI (circuite integrate)	pag. 161
Alimentarea receptorului tv cu tuburi	pag. 162
Alimentatorul la receptorul tv "Sport"	pag. 163
Alimentatorul de +175V (tv cu CI)	pag. 164
Blocul de baleiaj pe orizontala (H)	pag. 166
Comparatorul de faza si frecventa	pag. 166
Tubul de reactanta	pag. 167
Comparatorul, tubul de reactanta si oscilatorul de linii la tv "Miraj"	pag. 168
Finalul de linii cu tuburi	pag. 169
Blocul de linii cu tranzistoare la tv "Sport"	pag. 172
Finalul de linii la receptorul tv cu CI	pag. 174
Blocul de baleiaj pe verticala (V)	pag. 174
Blocul de baleiaj pe V, la receptorul H2 (Hibrid 2)	pag. 175
Blocul de baleiaj V, la tv "Sport"	pag. 178
Modul baleiaj V la receptor tv cu 5 CI	pag. 178
Finalul de baleiaj pe V cu CI	pag. 178
Aparate de masura utilizate in depanarea receptoarelor tv	pag. 180
Metode de depanare in receptoare tv	pag. 180
Metoda interpretarii manifestarii defectelor	pag. 181
Metoda urmaririi semnalului	pag. 183
Defecte ale instalatiei de antena	pag. 183
Circuite electronice de putere. Circuite redresoare	pag. 185
Schema monofazata monoalternanta	pag. 186
Schema bifazata monoalternanta	pag. 186
Schema trifazata cu punct median	pag. 187
Scheme in punte. Schema monofazata in punte	pag. 187
Schema trifazata in punte	pag. 188
Redresoare comandate	pag. 189
Invertoare. Invertor cu tensiune de iesire dreptunghiulara	pag. 189
Invertor cu tensiune de iesire sinusoidala	pag. 190
Convertoare de frecventa	pag. 192
Convertor de frecventa cu circuit intermediar de curent continuu	pag. 192
Convertor cu transformarea directa a frecventei	pag. 192
Contactoare statice. Contactoare statice de curent alternativ	pag. 193
Contactor static de curent continuu	pag. 195
Traductoare	pag. 196
Traductoare pentru masurarea pozitiei si a deplasarii	pag. 196
Traductorul de tip transformator selsin	pag. 197

Inductosinul liniar	pag. 198
Circuite logice. Circuitul SI (AND)	pag. 200
Circuitul SAU (OR)	pag. 200
Circuitul NU	pag. 200
Circuitul SI - NU (NAND)	pag. 201
Circuitul SAU - NU (NOR)	pag. 201
Sisteme de numeratie. Sistemul zecimal	pag. 203
Sistemul octal	pag. 203
Sistemul hexazecimal	pag. 203
Sistemul binar	pag. 203
Conversia bazei de numeratie	pag. 204
Hexazecimal -> Binar	pag. 204
Zecimal -> Binar	pag. 204
Zecimal -> Hexazecimal	pag. 204
Binar -> Hexazecimal	pag. 204
Codul zecimal codificat binar. BCD - binary coded decimal	pag. 205
Circuite electronice numerice	pag. 205
Circuite logice combinacionale	pag. 205
Circuite logice cu rezistente si tranzistoare (RTL)	pag. 205
Circuite logice cu diode si tranzistoare (DTL)	pag. 205
Circuite logice TTL	pag. 206
Poarta TTL cu colector in gol	pag. 207
Circuite logice secventiale	pag. 207
Circuite basculante	pag. 207
Bistabilul RS asincron	pag. 208
Bistabilul RS sincron	pag. 209
Bistabilul de tip D	pag. 209
Bistabilul de tip JK	pag. 210
Bistabilul de tip JK master - slave	pag. 210
Circuitul basculant monostabil (CBM)	pag. 211
Circuitul basculant astabil (CBA)	pag. 211
Triggerul Schmitt	pag. 211
Decodificatoare	pag. 212
Circuitul demultiplexor	pag. 214
Circuitul multiplexor	pag. 214
Numaratoare	pag. 214
Registre. Structura unui registru de deplasare	pag. 216
Conversia circuitelor basculante bistabile RS, JK, D si T	pag. 217
Realizarea schemelor electronice si a cablajelor imprimate	pag. 220
Masuri de protectia muncii (sumar)	pag. 225
Masuri specifice procesului de depanare a radioreceptoarelor	pag. 226
Folosirea dreptului de autor - (c) Copyright - in activitatea curenta	pag. 228
Simboluri uzuale folosite in electronica	pag. 229
Bibliografie	pag. 231

REZISTENTE

CLASIFICAREA REZISTENTELOR

Dupa modul de realizare: 1) rezistenta chimica: este realizata pe un suport de ceramica peste care se depune o pelicula de carbon (Fig.1).

2) rezistenta cu pelicula metalizata: pe aceeaasi fata a plachetei se lipesc ambele terminale.

3) rezistenta bobinata: in general acest tip de rezistenta este de putere. Exemplu: rezistentele de putere de pe circuitul de alimentare din receptorul tv.

4) termistorul: este o rezistenta (NTC) cu coeficient de temperatura negativ. Cand temperatura creste rezistenta scade spre deosebire de rezistenta obisnuita la care creste rezistenta cu temperatura din cauza agitatiei termice. Modul de variatie al termistorului cu temperatura este dat de caracteristica rezistenta functie de temperatura (Fig.2).

Un exemplu edificator (Fig.3), folosirea termistorului in vechile receptoare tv cu tuburi, inseriind acesta cu filamentele inseriate ale tuburilor. Aceasta pentru a proteja filamentele la pornirea receptorului. In absenta termistorului (in locul lui o rezistenta), cand se porneste receptorul filamentele sunt reci iar rezistenta lor mica. Atunci curentul tras va fi mare intrucat $I = U / R_{mica}$.

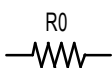
Dupa un timp de utilizare a receptorului tv, filamentele se pot arde din cauza curentului mare de pornire. Atunci se face protectie cu termistor (NTC). La pornire pentru ca temperatura este mica, rezistenta termistorului e mare iar rezistenta filamentelor mica. Dupa un timp de la pornire datorita curentului prin circuit filamentele si termistorul se incalzesc (are loc disipatie termica). Atunci rezistenta termistorului scade iar rezistenta filamentelor creste. Rezistenta totala R_0 ramane constanta. Inseamna ca si $I = U / R$ in timpul functionarii, ramane constant. Nu mai exista curent mare la pornire care sa distruga filamentele.

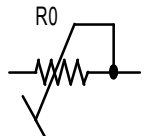
5) rezistenta dependenta de tensiune - VDR. Utilizare (didactica azi, Fig.4) in receptorul tv la stabilizarea tensiunii de alimentare pentru anodul triodei PCL85. Daca +840V tinde sa scada, U de la iesire tinde sa scada. Rezistenta VDR - ului creste.

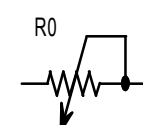
Atunci $U = R_{vdr} \times I$, va creste (Fig.5). Tendinta de scadere al lui U, e insotita de cresterea acestuia, astfel ca la iesire se mentine tensiune constanta (stabilizata).

6) fotorezistenta (Fig.6): cand creste fluxul luminos rezistenta va scade, conform caracteristicii $R = f(\Phi)$, Fig.7. Se poate utiliza in receptorul tv la reglajul automat al stralucirii sau contrastului.

Alta clasificare a rezistentelor:

1) rezistenta fixa: 

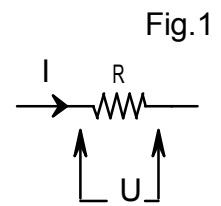
2) rezistenta semireglabila: 

3) rezistenta variabila (potentiometru): 

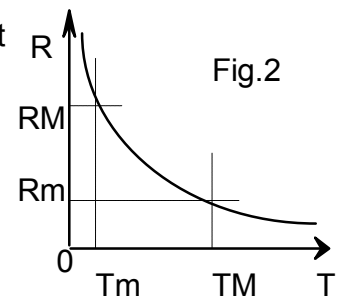
Rezistentele in:

serie $R_e = R_1 + R_2$

paralel $R_e = (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2)$



$$R = U / I = [V] / [A] \Rightarrow [\text{ohmi}]$$



$$R(\text{NTC}) = f(T)$$

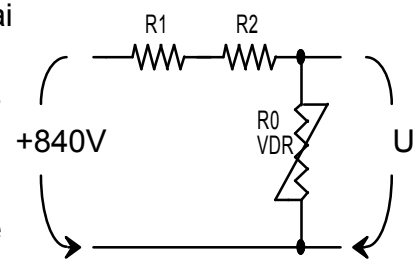
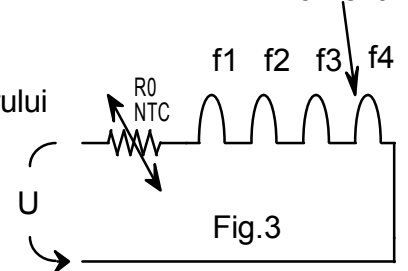
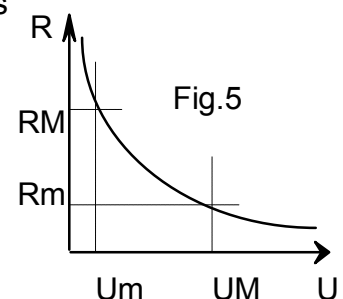
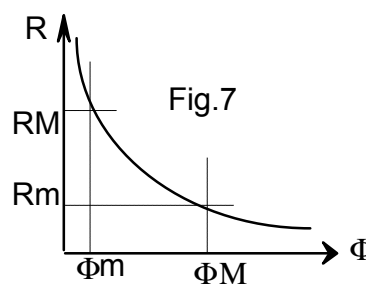
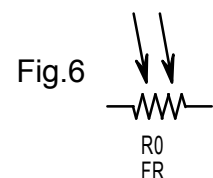


Fig.4



$$R(\text{VDR}) = f(U)$$



$$R(\text{FR}) = f(\Phi)$$

DIVIZORUL DE TENSIUNE

Daca avem o tensiune continua din care dorim sa obtinem o tensiune mai mica se utilizeaza un divizor cu doua (2) rezistente, Fig.8. Se stie ca $U_2 = IR_2$, dar $U_1 = I (R_1 + R_2)$. Se inlocuieste I in prima relatie si rezulta

$U_2 = U_1 R_2 / (R_1 + R_2)$, regula divizorului rezistiv. Divizorul rezistiv se poate utiliza la polarizarea bazei unui tranzistor, cu tensiune luata de la sursa de alimentare, in sa divizata.

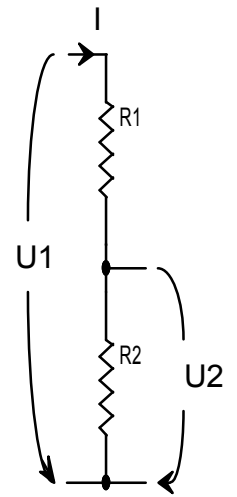


Fig.8

CONDENSATOARE

Sunt utilizate in regim de semnal. Semnalul poate fi o tensiune variabila in timp, deci care are o anumita frecventa. Tensiunea continua nu este semnal avand frecventa 0 (zero). Un curent de semnal trece prin condensator, curentul continuu nu trece prin condensator. Cu un condensator se pot separa din punct de vedere continuu doua amplificatoare, semnalul alternativ trecand in sa de la un amplificator la celalalt.

Clasificare:

- 1) condensatori ceramici: dielectricul este o placheta de ceramica, o fata se argintea la fel ca si cealalta. Pe o fata se lipeste un terminal, celalalt pe cealalta fata.
- 2) condensatori stiroflex: realizati din doua folii metalice care se bobineaza si care sunt izolate prin folie sintetica. Aceste condensatoare, fixe si stiroflex, au valori sub un 1uF.
- 3) condensator electrolitic: are valori peste 1uF, pana la 10.000uF.

Legarea condensatoarelor: - legare in serie:

$$U = IX_c$$

$$U = I (X_{c1} + X_{c2})$$

$$I (X_{c1} + X_{c2}) = IX_c$$

$$1 / \omega C_1 + 1 / \omega C_2 = 1 / \omega C_e$$

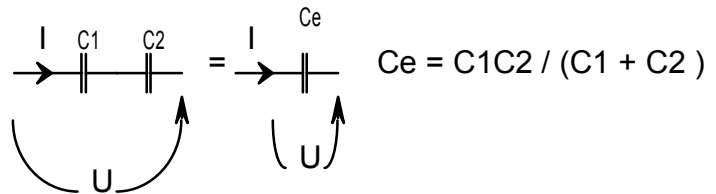
$$1 / C_1 + 1 / C_2 = 1 / C_e$$

$$(C_2 + C_1) / C_1 C_2 = 1 / C_e$$

$$C_e = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$$

deci:

condensatorul echivalent.



- legare in paralel:

$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 U / X_{c1} ; I_2 = U / X_{c2}$$

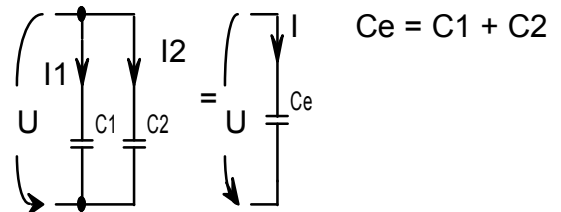
$$I = U / X_c$$

$$U / X_c = U / X_{c1} + U / X_{c2}$$

$$1 / X_c = 1 / X_{c1} + 1 / X_{c2}$$

$$1 / (1 / \omega C_1) + 1 / (1 / \omega C_2) = 1 / (1 / \omega C_e)$$

$$C_e = C_1 + C_2 \quad \text{condensatorul echivalent.}$$



Daca pentru rezistenta, legea lui Ohm zice ca $R = U / I$, pentru condensatori reactanta este egala cu U / I , respectiv $1 / \omega C = U / I$. In regim de semnal condensatorul este reprezentat de reactanta sa.

- 4) condensator trimer, este de ordinul pF.



- 5) condensator variabil, realizat cu armatura stator si cealalta armatura rotorul, poate fi cu dielectric aer sau mica (in miniatura).



DIODA SEMICONDUCTOARE

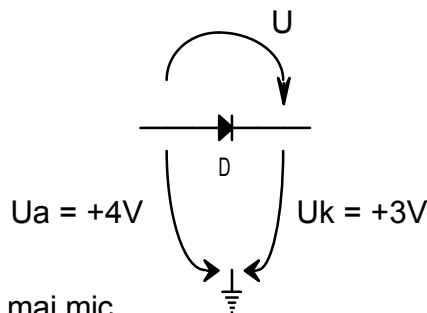
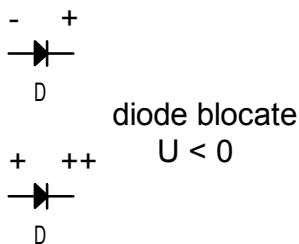
Se polarizeaza direct cand se aplica plus (+) in anod, minus (-) in katod. Dioda este polarizata tot direct daca plusul (+) din anod e mai mare decat plusul din katod. Se determina U conform legii lui Kirchhoff pe un ochi. Suma algebrica a tensiunilor de-alungul unui ochi este egala cu zero. Tensiunile care au sensul acelor de ceasornic se iau cu plus. Tensiunile care au sens invers se iau cu minus, Fig.9.

$$+ U + U_k - U_a = 0$$

$U = U_a - U_k = + 4 - 3 = + 1V$ ($1 > 0$), deci dioda conduce.

Dioda in conductie prezinta rezistenta directa foarte mica.

Dioda este blocata cand in anod se aplica minus iar in katod plus. Sau cand plusul din anod este mai mic decat plusul din katod.



Dioda e blocata atunci cand U e mai mica zero:

$$U + U_k - U_a = 0$$

$U = U_a - U_k = + 3 - 4 = - 1V$ ($1 < 0$), deci dioda este polarizata invers. La blocare dioda prezinta o rezistenta inversa foarte mare.

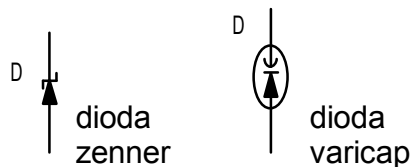
Caracteristica curent functie de tensiune a unei diode, $I = f(U)$.

Cand dioda este polarizata direct, cu cat tensiunea este mai mare cu atat curentul este mai mare. Cand dioda e polarizata invers dioda este blocata, totusi apare un curent foarte mic. Daca curentul ar fi fost zero, in blocare, rezistenta inversa ar fi fost infinita. Apare totusi un curent foarte mic, deci rezistenta inversa rezulta foarte mare.

Curentul invers se mai numeste si curent rezidual.

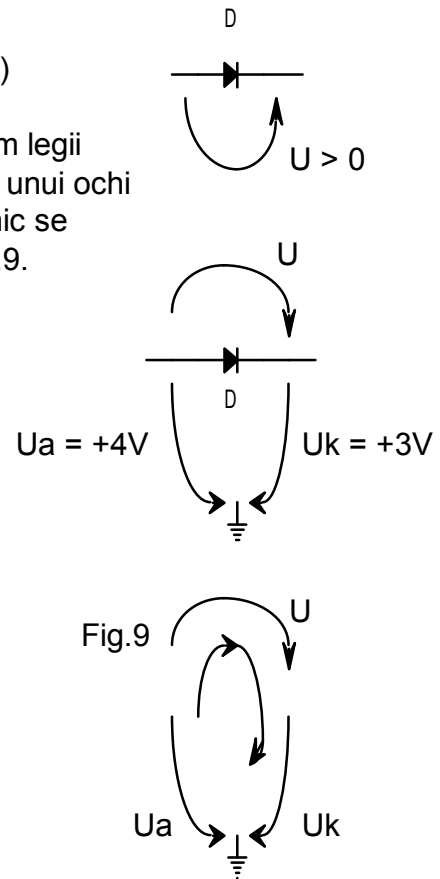
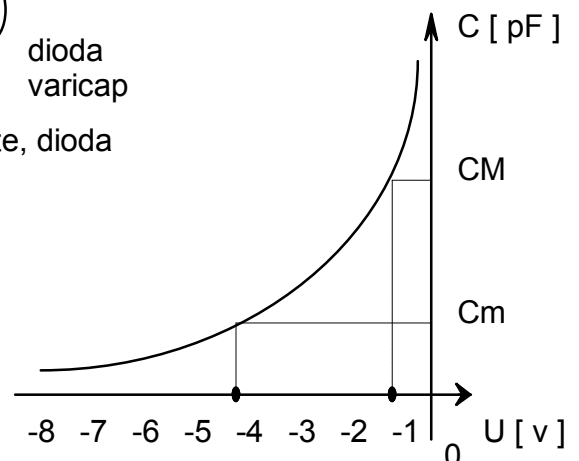
Tipuri de diode:

- 1) dioda redresoare.
- 2) dioda detectoare (de semnal).
- 3) dioda Zenner.
- 4) dioda varicap: prezinta intre anod si katod o capacitate, dioda polarizandu-se invers.



Caracteristica capacitate functie de tensiunea inversa.

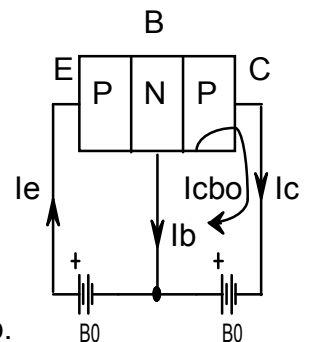
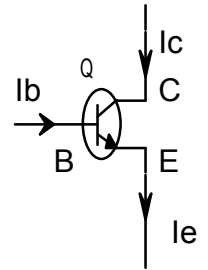
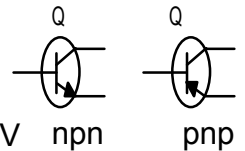
Pentru o dioda varicap, $C = f(U)$. La tensiune inversa mare corespunde capacitate mica. La tensiune mica corespunde capacitate mare. Dioda varicap se poate utiliza la acordul unui circuit LC derivatie, daca i se modifica tensiunea inversa de polarizare.



TRANZISTORUL

Tranzistorii pot fi cu: - germaniu (Ge) sau
- siliciu (Si).

Pentru ca un tranzistor sa conduca ii este necesara o tensiune $U_{be} = 0,6V - 0,8V$ la tranzistor cu Si sau $U_{be} = 0,2V - 0,4V$ la tranzistor cu Ge. Temperatura maxima admisibila pentru un tranzistor cu Ge este de $\sim 100^{\circ}C$ iar pentru un tranzistor cu Si este de $\sim 200^{\circ}C$ (tranzistorii cu Si sunt mai buni). Conform teoremei lui Kirchhoff pe un nod, suma curentilor care intra in nod este egala cu suma curentilor care ies din nod. Pentru tranzistor in conexiune emitor comun se defineste factorul de amplificare in curent β (beta) egal cu curentul de la iesire supra curentul de la intrare. Intrucat β e mult mai mare ca 1 (unu) rezulta I_c mult mai mare decat I_b . Atunci insemna ca $I_e = I_c + I_b$, se aproximeaza (I_b este foarte mic) deci $I_e = I_c$.



$$I_c = I_e \alpha + I_{cbo} \quad \text{unde } \alpha = \text{factor de curent}$$

$$I_e = I_b + I_c$$

$$I_c = \alpha I_b + \alpha I_c + I_{cbo}$$

$$I_c - \alpha I_c = \alpha I_b + I_{cbo}$$

$$I_c (1 - \alpha) = \alpha I_b + I_{cbo}$$

$$I_c = (\alpha I_b + I_{cbo}) / (1 - \alpha)$$

$$I_c = \alpha I_b / (1 - \alpha) + I_{cbo} / \alpha \quad \text{dar } I_{cbo} / \alpha \text{ este foarte mic, se neglijeaza,}$$

$$I_c = \alpha I_b / (1 - \alpha) \quad \text{unde}$$

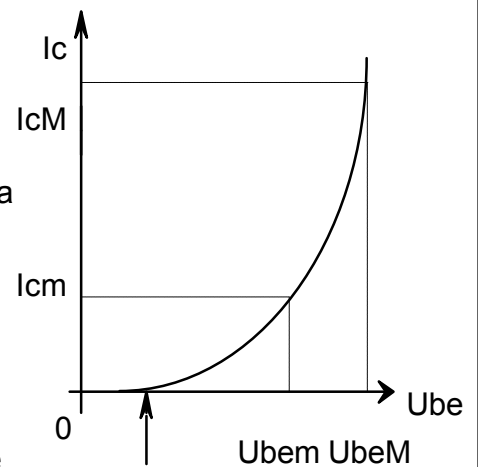
$$\alpha / 1 - \alpha = \beta \quad \text{deci}$$

$$I_c = \beta I_b \quad \text{adica}$$

$$\beta = I_c / I_b \quad \text{factorul de amplificare al tranzistorului, in care } \beta \gg 1 \text{ si } I_c \gg I_b.$$

Caracteristica curent de colector (I_c) functie de tensiunea baza - emitor (U_{be}) a unui tranzistor. $I_c = f (U_{be})$

Pana la tensiunea de 0,6V intre B si E, tranzistorul este blocat, dupa care acesta se deschide. Cand U_{be} este mare rezulta I_c mare. Cand U_{be} este mic I_c este mic. Cand temperatura creste, daca se mentine U_{be} constant, rezulta ca I_c creste. La temperatura mare corespunde I_c mare.



Caracteristica curent de colector (I_c) functie de tensiunea colector-emitor (U_{ce}) a unui tranzistor.

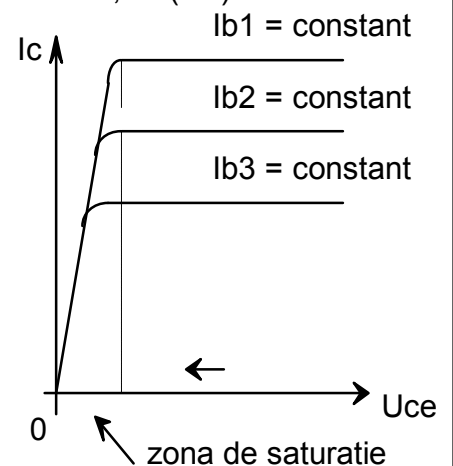
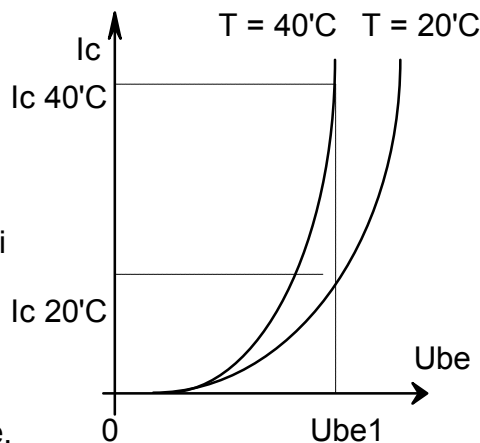
$$I_c = f (U_{ce})$$

Aceasta se duce pentru diversi curenti de baza care insa sunt constanti. Cand tranzistorul conduce la saturatie rezulta U_{ce} foarte mic; I_b creste dar I_c nu mai creste pentru ca se satureaza.

POLARIZAREA (ALIMENTAREA) TRANZISTORULUI

Indiferent de tipul tranzistorului trebuie facuta alimentarea colectorului (C) si bazei (B).

Pentru tranzistor NPN. Colectorul se leaga todeauna catre plusul sursei de alimentare.



Baza (B) trebuie pozitivata cu o tensiune mai mica decat in colector (C). Emitorul (E) se leaga la masa printr-o rezistenta, rezultand o tensiune pozitiva si mai mica decat in baza cu 0,6V la tranzistor cu Si si 0,2V la tranzistor cu Ge. Baza se alimenteaza de la plusul (+) sursei printr-un divizor de tensiune realizat cu Rb1 si Rb2. Colectorul se alimenteaza de la plus (+) prin Rc. Emitorul se leaga la masa prin Re care are drept scop stabilizarea termica a tranzistorului (altfel emitorul s-ar lega direct la masa).

Explicarea stabilizarii termice realizata de Re (Fig.9).

Daca temperatura T creste, $T \nearrow$, curentul de colector $I_c \nearrow$, curentul de emitor $I_e \nearrow$ dar $U_e = I_e \times R_e$, deci $U_e \nearrow$; $U_{be} \searrow$ scade. Facem teorema lui Kirchhoff pe un ochi:

$$U_{be} + U_e - U_b = 0 \quad \text{deci}$$

$$U_{be} = U_b - U_e$$

U_b ramane constant dar U_e creste, deci U_{be} scade. Din caracteristica $I_c = f(U_{be})$, rezulta ca $I_c \searrow$ scade, deci temperatura scade, $T \searrow$.

Concluzie: tendinta initiala de crestere a temperaturii a fost automat insotita de scaderea acesteia. S-a realizat stabilizarea termica a tranzistorului cu rezistenta de emitor, R_e .

Alt tip de polarizare a tranzistorului npn (Fig.10).

Baza este alimentata de la plus U_a cu ajutorul unei singure rezistente.

Tensiunea din baza trebuie sa fie +1,2V pentru ca tranzistorul sa conduca (sa nu fie blocat).

Alta alimentare (Fig. 11). Baza se alimenteaza din colector prin R_b care este o rezistenta de sute de Kohmi (expl. la amplificatorul de microfon).

Stabilizare termica cu termistor in baza (Fig.12): cand temperatura $T \nearrow$, $R_{Th} \searrow$ scade, tensiunea din baza $U_b = U_{Th}$, $U_b \searrow$ dar $U_{be} = U_b - U_e$, scade $U_{be} \searrow$; din caracteristica $I_c = f(U_{be})$ rezulta ca $I_c \searrow$ scade, temperatura scade, $T \searrow$.

Concluzie: tendinta de crestere a temperaturii e automat insotita de scaderea acesteia. S-a realizat stabilizare termica cu Th .

Acest tip de stabilizare se intalneste la etajul final audio (in clasa B). Uneori in paralel pe Th poate sa apara si o rezistenta (pentru cresterea eficientei).

Stabilizare termica cu dioda in baza (Fig.13): dioda se aranjeaza ca sa fie polarizata direct. Cand temperatura creste, rezistenta diodei scade. Scade caderea de tensiune pe dioda, deci scade tensiunea de baza a tranzistorului ($U_b \searrow$).

Scade $U_{be} \searrow$ deci scade $I_c \searrow$, scade temperatura.

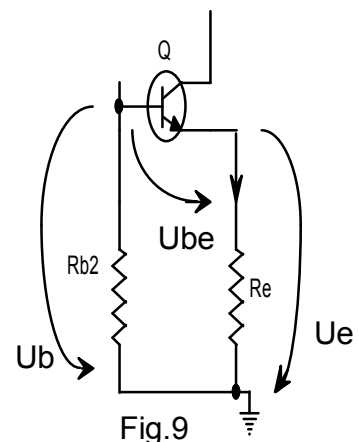
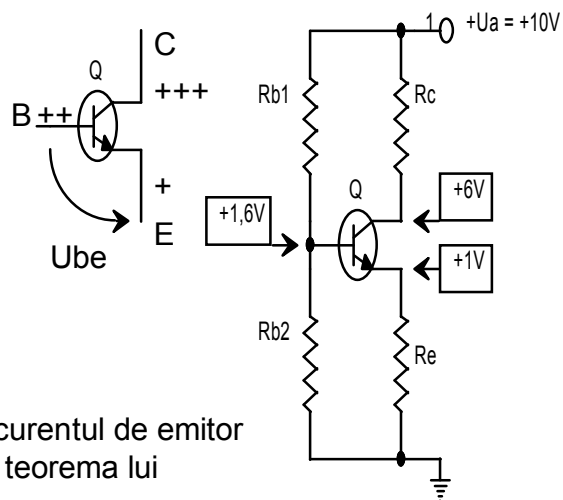


Fig.9

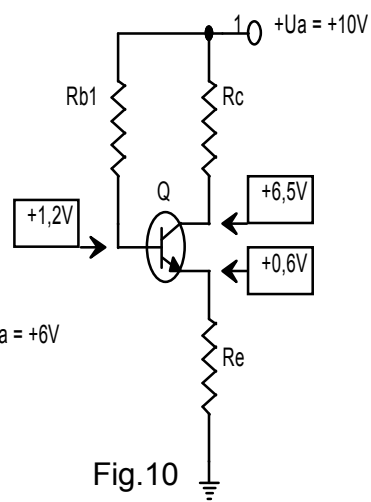


Fig.10

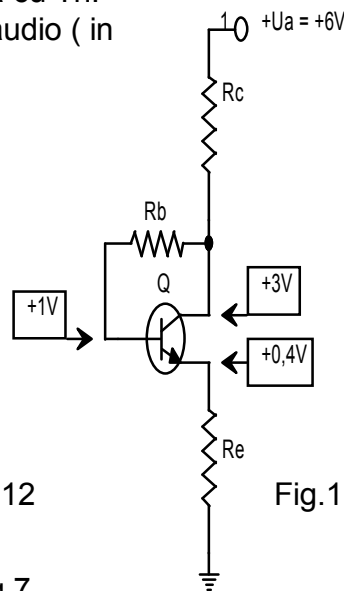


Fig.11

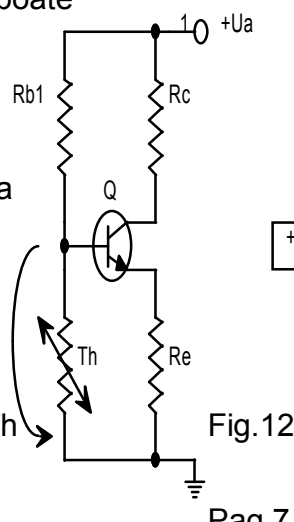


Fig.12

\nearrow = creste
 \searrow = scade