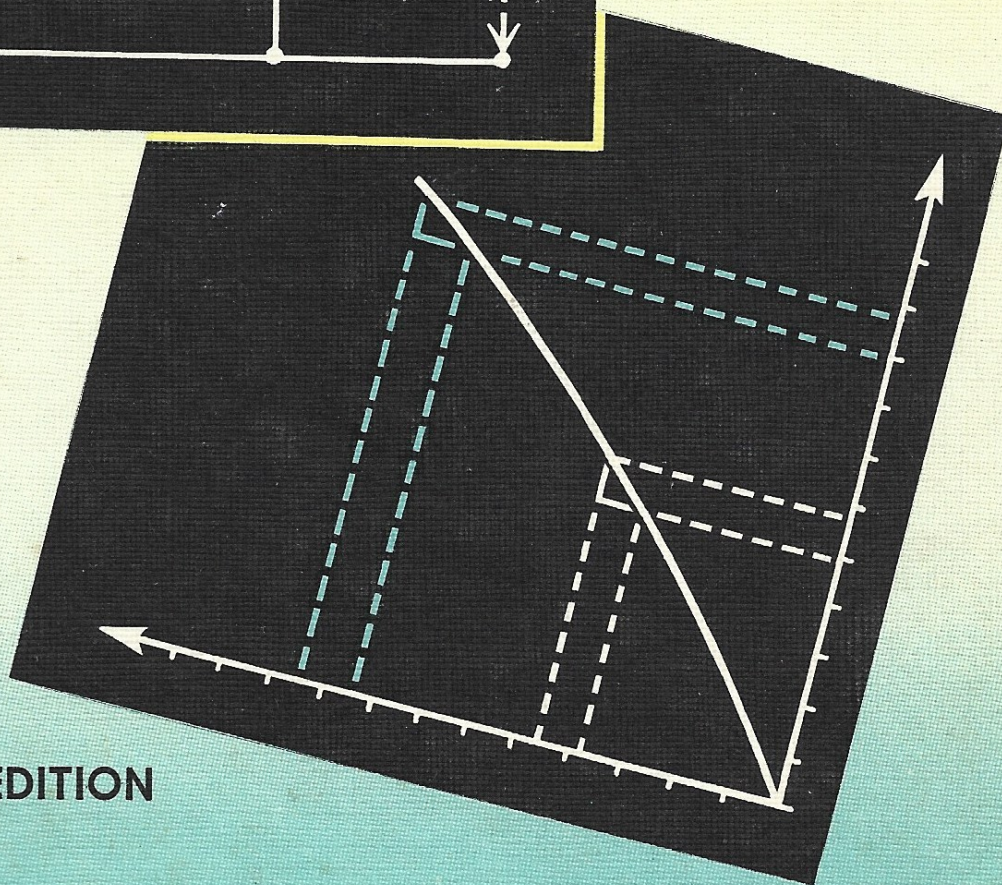
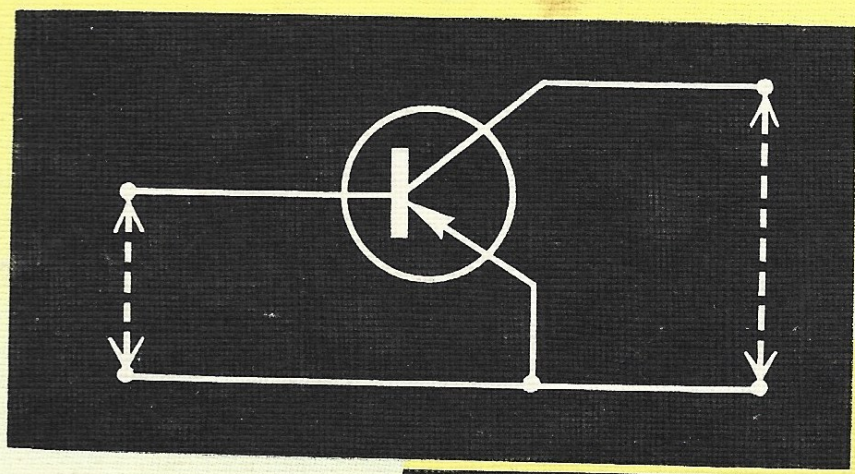


DUNOD

G. FONTAINE



CINQUIEME EDITION

DIODES ET TRANSISTORS

THEORIE GENERALE

BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE PHILIPS

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE

PHENOMENES PHYSIQUES DANS LES SEMI-CONDUCTEURS

CHAPITRE 1 – GENERALITES.	8
1.1. Propriétés caractéristiques des semi-conducteurs	8
CHAPITRE 2 – DEFINITION.	12
2.1. Constitution	12
2.2. Liaison entre deux atomes de germanium	12
2.3. Structure moléculaire	15
2.4. Causes de la rupture de cet état d'équilibre	15
2.5. Elévation de température	15
2.6. Conduction par „trous”	16
2.7. Conductivité dans un bloc de germanium	16
2.8. Germanium type N	19
2.9. Germanium type P	23
2.10. Représentation d'un bloc de germanium pur	24
2.11. Conduction dans un bloc de germanium type N	24
2.12. Conduction dans un bloc de germanium type P	27
2.13. Conduction dans un bloc de germanium pur	31
2.14. Jonction P.N.	31
2.15. Capacité de barrière.	36
2.16. Effet d'un champ électrique extérieur sur une jonction	36

DEUXIEME PARTIE – LES DIODES

CHAPITRE 3 – LA DIODE A JONCTION PN	42
3.1. Propriétés fondamentales.	42
CHAPITRE 4 – DIODES A POINTE	46
CHAPITRE 5 – ANALYSE DE LA CARACTERISTIQUE	49
5.1. Diode polarisée dans le sens direct	49
5.2. Diode polarisée dans le sens inverse	53
CHAPITRE 6 – CLAQUAGE D'UNE JONCTION	57
6.1. Claquage par effet thermique.	57
6.2. Claquage par effet d'avalanche	58
6.3. Claquage par effet de champ (Effet Zener)	58

CHAPITRE 7 – INFLUENCE DE LA TEMPERATURE	61
7.1. Effets sur la caractéristique inverse	61
7.2. Effets sur la caractéristique directe	62
7.3. Explication de la différence d'action de la température sur les caractéristiques directe et inverse d'une diode	65
7.4. Diode polarisée dans le sens direct	66
7.5. Diode polarisée en sens inverse.	66
 CHAPITRE 8 – PARALLELE ENTRE DIODES A VIDE ET DIODES AU GERMANIUM	 69
CHAPITRE 9 – REDRESSEMENT	70
9.1. Tension maximale admissible ($-V_{DM}$)	70
9.2. Valeur de la résistance de charge.	74
9.3. Tension d'entrée non sinusoidale	74
9.4. Courant redressé	74
 CHAPITRE 10 – PERFORMANCES D'UNE DIODE AU GERMANIUM ET D'UNE DIODE A VIDE DANS UN CIRCUIT DETECTEUR	 77
10.1. Rendement de détection	77
10.2. Détermination de la résistance de détection optimale dans les cas d'utilisation d'une diode au germanium ou d'une diode à vide	81
10.3. Faible résistance de détection	81
10.4. Forte résistance de détection	85
10.5. Action de la température sur le rendement de détection dans le cas d'utilisation d'une diode au germanium	86
10.6. Résistance équivalente d'amortissement	86
10.7. Conclusion.	89
 CHAPITRE 11 – PERFORMANCES EN RADIO FREQUENCE	 90
 TROISIEME PARTIE - LE TRANSISTOR	
CHAPITRE 12 – GENERALITES	94
CHAPITRE 13 – TRANSISTORS A JONCTION	97
13.1. Symboles utilisés dans les schémas	97
13.2. Conduction dans un transistor	97
CHAPITRE 14 – TECHNOLOGIE DU TRANSISTOR	98
14.1. Germanium pur.	98
14.2. Obtention du germanium type N	101
14.3. Obtention d'une jonction	101
 CHAPITRE 15 – PARALLELE ENTRE LES TUBES ET LES TRANSISTORS	 102

15.1. Fonctionnement des tubes	102
15.2. Avantages	102
15.3. Inconvénients	102
CHAPITRE 16 – FONCTIONNEMENT DES TRANSISTORS	105
16.1. Avantages	105
16.2. Inconvénients	105
CHAPITRE 17 – TRANSISTORS PNP	106
17.1. Etablissement de la jonction entre les régions émetteur et base-jonction PN(figure 107)	106
17.2. Etablissement de la jonction entre les régions base et collecteur (Fig. 108)	109
17.3. Fonctionnement électrique d'un transistor PNP	110
17.4. Inversion de la tension V_C	113
17.5. Inversion des tensions V_C et V_B	114
17.6. Courant résiduel	117
CHAPITRE 18 – TRANSISTORS NPN	118
18.1. Etablissement de la jonction entre les régions émetteur et base (figure 115) (jonction NP)	118
18.2. Etablissement de la jonction entre les régions base et collecteur (figure 116)	121
18.3. Fonctionnement électrique d'un transistor NPN	122
CHAPITRE 19 – ETUDE DES RESEAUX DE CARACTERISTIQUES D'UN TRANSISTOR	126
19.1. Symboles utilisés	126
19.2. Courbes d'un transistor	129
19.3. Utilisation des courbes.	134
a. $-I_C = f(-V_{CE})$ pour différentes valeurs de $-I_B$	137
b. $-I_C = f(-I_B)$ pour différentes valeurs de $-V_{CE}$	149
c. $-I_B = f(-V_{BE})$ pour différentes valeurs de $-V_{CE}$	153
d. $-V_{BE} = f(-V_{CE})$ pour différentes valeurs de $-I_B$	162
Tension au coude $-V_{CEK}$	173
Courant résiduel $-I_{CEO}$	174
CHAPITRE 20 – PARAMETRES D'UN TRANSISTOR	177
20.1. Schéma équivalent au transistor	177
20.2. Résistance d'entrée du transistor	181
20.3. Résistance de sortie du transistor	189
20.4. Gain en courant du transistor	190
20.5. Taux de contre-réaction interne du transistor	194
CHAPITRE 21 – PENTE D'UN TRANSISTOR	198
21.1. Tube électronique.	198
21.2. Transistor	198

21.3. Obtention de la caractéristique $-I_C = f(-V_{BE})$	201
21.4. Détermination de la pente à partir de cette caractéristique	201
21.5. Variations de la pente en fonction du courant collecteur ($-I_C$)	202
CHAPITRE 22 – COMMANDE D’UN TRANSISTOR	213
22.1. Commande par tension	214
22.2. Commande par courant	222
22.3. Commande adaptée	233
22.4. Distorsion minimale	238
22.5. Gain composite en puissance	238
<i>Commande par tension</i>	241
<i>Commande par courant</i>	245
<i>Commande adaptée</i>	249
22.6. Etude des variations du gain en puissance d’un étage équipé d’un transistor en fonction de la résistance d’attaque	253
22.7. Etude des variations de la distorsion apparaissant dans un étage équipé d’un transistor en fonction de la résistance d’attaque	253
22.8. Amplification des signaux faibles	257
22.9. Amplification des signaux forts	257
CHAPITRE 23 – POLARISATION D’UN TRANSISTOR	258
23.1. Détermination graphique du point de polarisation d’un transistor	262
23.2. Utilisation d’une batterie de polarisation ($-V_{BB}$)	265
23.3. Utilisation de la tension d’alimentation du collecteur ($-V_{CC}$)	266
CHAPITRE 24 – STABILITE THERMIQUE	269
24.1. Température ambiante	269
24.2. Puissance dissipée au collecteur	269
24.3. Résistance thermique	270
24.4. Faible résistance thermique	277
24.5. Faible λ	277
24.6. Variations du courant résiduel en fonction de la résistance d’attaque	281
24.7. Effets dus aux variations de la caractéristique d’entrée $-I_B = f(-V_{BE})$ du transistor en fonction de la température	282
24.9. Stabilisation en continu	289
24.10. Stabilisation par une résistance entre collecteur et base du transistor	293
24.11. Résistance en série dans l’émetteur	298
24.12. Base connectée à un diviseur de tension combinée avec une résistance en série dans l’émetteur	306
24.13. Diviseur de tension avec résistance CTN	314
CHAPITRE 25 – DROITE DE CHARGE	318
25.1. Hyperbole d’équipuissance	318
25.2. Puissance maximale que peut fournir l’amplificateur	321
25.3. Gain maximal en puissance	330

25.4. Action de la résistance de charge collecteur sur le gain composite en tension	333
25.5. Action de la résistance de charge collecteur sur le gain composite en courant	334
25.6. Action de la résistance de charge collecteur sur le gain composite en puissance	337
25.7. Deux étages en liaison par transformateur	341
25.8. Deux étages en cascade liaison <i>RC</i>	345
CHAPITRE 26 – TRANSISTOR EN RADIO FREQUENCE.	349
CHAPITRE 27 – LE TRANSISTOR ELEMENT ACTIF.	350
27.1. Gain en courant	353
27.2. La fréquence de coupure du gain en courant.	354
27.3. Pente du transistor	357
27.4. Fréquence de coupure de la pente	362
CHAPITRE 28 – LE TRANSISTOR ELEMENT PASSIF	365
28.1. Schéma équivalent	365
CHAPITRE 29 – ETUDE DES VARIATIONS DES DIFFERENTS PARAMETRES RADIOFREQUENCE D'UN TRANSISTOR EN FONCTION DU COURANT COLLECTEUR ET DE LA FREQUENCE	369
29.1. Circuit d'entrée	369
29.2. Circuit de sortie	373
29.3. Circuit de réaction	381
29.4. Utilisation des courbes.	385
<i>Circuit d'entrée</i>	386
<i>Circuit de sortie.</i>	394
<i>Circuit de réaction.</i>	398
29.5. Neutrodynage	401
29.6. Gain maximal en puissance	402
29.7. Caractéristiques de fonctionnement	405
29.8. Détermination des éléments définis dans le schéma équivalent du transistor	414
CHAPITRE 30 – POSSIBILITE DE MONTAGE D'UN TRANSISTOR	417
CHAPITRE 31 – MONTAGE EMETTEUR COMMUN	418
31.1. Gain en puissance	418
31.2. Gain en tension (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	418
31.3. Gain en courant (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	421

31.4. Gain en puissance (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	422
31.5. Variations de la résistance d'entrée du transistor en fonction de la résistance de charge du collecteur	425
31.6. Variations de la résistance de sortie du transistor en fonction de la résistance d'attaque	426
CHAPITRE 32 – MONTAGE BASE COMMUNE.	429
32.1. Gain en puissance.	429
32.2. Gain en tension (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	429
32.3. Gain en courant (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	433
32.4. Gain en puissance (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	433
32.5. Variations de la résistance d'entrée du transistor en fonction de la résistance de charge du collecteur	437
32.6. Variations de la résistance de sortie du transistor en fonction de la résistance d'attaque	438
CHAPITRE 33 – MONTAGE COLLECTEUR COMMUN	441
33.1. Gain en puissance.	441
33.2. Gain en tension (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	441
33.3. Gain en courant (Variations en fonction de la résistance de charge collecteur)	442
33.4. Gain en puissance (Variation en fonction de la résistance de charge collecteur)	445
33.5. Variations de la résistance d'entrée du transistor en fonction de la résistance de charge du collecteur	449
33.6. Variations de la résistance de sortie du transistor en fonction de la résistance d'attaque	450
CHAPITRE 34 – PARALLELE ENTRE LES TROIS MONTAGES.	453
34.1. Gain en tension et ses variations	454
34.2. Gain en courant et ses variations	457
34.3. Gain en puissance et ses variations	458
34.4. Résistance d'entrée et ses variations	461
34.5. Résistance de sortie et ses variations	462
APPENDICE	466
Variations des paramètres en fonction du courant collecteur	469
Variations des paramètres en fonction de la tension collecteur-émetteur	469