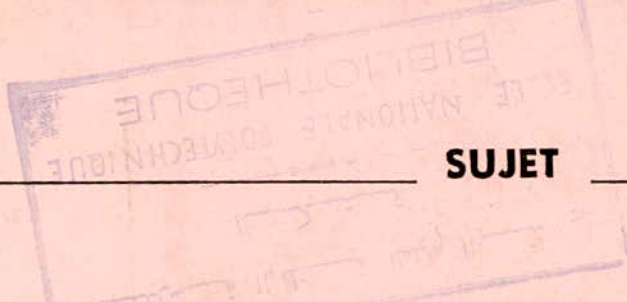


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES



SUJET

REALISATION D'UNE ALIMENTATION
D'UNE T.V. N&B PAR
CONVERTISSEUR PHOTOVOLTAIQUE

Proposé par :

Mr. M. Hadladi

Etudié par :

A. Melbous
A. Rougab

Dirigé par :



PROMOTION : Juin 1984

R E M E R C I E M E N T S

Nos sincères remerciements vont en premier lieu à Mr. Mourad HADDADI, Professeur à l'ENPA, pour le choix du sujet, l'intérêt et l'aide précieuse qu'il n'a pas hésité à nous donner tout au long de ce modeste travail.

Nous remercions également Mr SAADA et Mr. respectivement Responsables du Labo FEN/79 pour l'aide constante que nous avons trouvée auprès d'eux.

Nos sincères remerciements vont aussi à tous ceux qui, directement ou indirectement ont collaboré dans notre formation.

Notre gratitude est enfin adressée à Mr. Achour DERROUCHE Professeur de Secrétariat qui nous a apporté son assistance dans la frappe de cette thèse.

D E D I C A C E S

A mon père
A ma mère
A mes soeurs
A Mon frère Djelloul
A Mon Ami HADJ ALI Mourad
A tous mes Amis.

Abdelkader/

A mon père
A ma chère mère
A mes frères et soeurs
A tous ceux qui me sont chers.

Abderrazak /

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT: Electronique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ALIMENTATION D'UNE T.V. N&B
PAR CONVERTISSEUR
PHOTOVOLTAIQUE

Proposé par:

Mr. M. Haddadi

Etudié par:

A. Melbous

A. Rougab

Promotion: juin 1984

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.	1
CHAPITRE I : GENERATEURS PHOTOVOLTAIQUES	2
1.1. CELLULE SOLAIRE	2
1.2. MODULE SOLAIRE	2
CHAPITRE II : PRESENTATION DU RECEPTEUR T.V.	8
2.1. DESCRIPTION DU T.V.	8
2.2. CONSOMMATION	11
2.3. MINIMISATION DE LA CONSOMMATION	13
2.4. SYSTEME D'ALIMENTATION	13
CHAPITRE III LES ACCUMULATEURS	15
3.1. INTRODUCTION	15
3.2. ACCUMULATEUR AU PLOMB	15
3.3. CAPACITE DES ACCUMULATEURS	16
3.4. RENDEMENT EN A.H.	16
3.5. RENDEMENT EN ENERGIE	16
3.6. REGIMES DE CHARGE	17
CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DE LA BATTERIE	18
4.1. INTRODUCTION	18
4.2. L'ENERGIE MOYENNE RECUE	18
4.3. CALCUL DE LA CAPACITE DE LA BATTERIE	18
CHAPITRE V : REALISATION DU CONVERTISSEUR	20
5.1. PRINCIPE DE LA REALISATION	20
5.2. CONSTITUTION DU CONVERTISSEUR	20
5.3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET CALCUL DES DIFFERENTS ETAGES	20
5.4. RESULTATS DU CONVERTISSEUR	33
CHAPITRE VI : REALISATION DU CHARGEUR DE BATTERIE	34
6.1. INTRODUCTION	34
6.2. CONSTITUTION	34
6.3. FONCTIONNEMENT ET CALCUL	34
- CONCLUSION	
- BIBLIOGRAPHIE.	

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 - CARACTERISTIQUE COURANT-TENSION D'UNE CELLULE	3
FIGURE 2 - ASSOCIATION DES CELLULES	4
FIGURE 3 - CARACTERISTIQUE $I = f(V)$ d'UN MODULE EN FONCTION DE L'ECLAIREMENT	4
FIGURE 4 - CARACTERISTIQUE $I = f(V)$ POUR DIFFERENTES TEMPERATURES POUR UN ECLAIREMENT CONSTANT	5
FIGURE 5 - POINT DE PUISSANCE MAXIMALE	5
FIGURE 6 - ASSOCIATION DES MODULES	7
FIGURE 7 - PRESENTATION DES DIFFERENTS ETAGES DU T.V. ET LEUR ALIMENTATION	9
FIGURE 8 - ALIMENTATION DU RECEPTEUR T.V. SONELEC	
FIGURE 9 - SYSTEME D'ALIMENTATION PAR PANNEAU SOLAIRE	10
FIGURE 10 - SYNOPTIQUE DU CONVERTISSEUR	21
FIGURE 11 - L'OSCILLATEUR	24
FIGURE 12 - MODULATEUR DU RAPPORT CYCLIQUE	24
FIGURE 13 - CIRCUIT DE COMMANDE	26
FIGURE 14 - ELEVATEUR DE TENSION	29
FIGURE 15 - ALIMENTATION "FLYBACK"	29
FIGURE 16 - SCHEMA DU CONVERTISSEUR	32
FIGURE 17 - SYNOPTIQUE DU CHARGEUR DE BATTERIE	35
FIGURE 18 - ABAISSEUR DE TENSION	35
FIGURE 19 - ZONE DE PUISSANCE MAXIMALE	39
FIGURE 20 - COMPARATEUR A FENETRE	39
FIGURE 21 - LES VARIATIONS DE LA $f; e.m.$ LORS DE LA CHARGE ET LA DECHARGE.	41
FIGURE 22 - L'ALIMENTATION DES CIRCUITS INTEGRES	41

INTRODUCTION

La télévision est de nos jours, un moyen indispensable pour la communication, l'information et l'éducation.

Pour s'en convaincre, il n'est que de noter son développement causé en particulier par la téléinformatique.

Or, si des populations en site isolé, veulent bénéficier des programmes TV, les générateurs photovoltaïques leur permettront d'utiliser l'énergie solaire convertie comme source d'électricité.

C'est dans ce but que nous avons réalisé une alimentation du téléviseur N & B de la production nationale par panneau solaire.

Ce travail sera présenté en 6 chapitres.

Dans un premier chapitre nous rappellerons le principe de fonctionnement des panneaux solaires.

L'étude du schéma de la TV et la détermination de la consommation des différents étages, fera l'objet du second chapitre.

Dans le troisième chapitre nous aborderons brièvement la théorie des accumulateurs.

En fin, dans le reste des chapitres, nous décriverons la réalisation pratique de l'alimentation.

CHAPITRE I

GENERATEURS PHOTOVOLTAIQUES

1.1. CELLULE SOLAIRE

La cellule solaire est un dispositif de transformation de l'énergie solaire en énergie électrique. C'est une jonction PN. qui, polarisée, présente un effet redresseur dans sa caractéristique. Sous l'effet d'un éclairement quelconque, elle se comporte comme un générateur.

1.1.1. LES CARACTERISTIQUES

La caractéristique courant-tension pour différents éclairagements quelconques est illustrée sur la figure 1.

On constate que la tension de circuit ouvert V_{co} reste presque constante par contre le courant I_{cc} varie d'une manière sensible.

1.1.2. ASSOCIATION DES CELLULES

Afin d'obtenir des tensions et des courants plus élevés, on associe les cellules soit en série, soit en parallèle ou série-parallèle comme il est indiqué sur la figure 2.

1.2. MODULE SOLAIRE

Le module solaire est l'association des cellules, le plus souvent montées en série.

1.2.1. CARACTERISTIQUE D'UN MODULE

La caractéristique du module est similaire à celle d'une cellule le constituant, il y a juste les valeurs V_{co} I_{cc} qui varient. L'ordre de grandeur de I_{cc} et V_{co} varie suivant le type du module.

1.2.2. LA PUISSANCE DELIVREE PAR LE MODULE

La puissance fournie dépend de la charge. Elle est maximale pour une charge égale à la résistance interne série du générateur photovoltaïque. Sur la caractéristique de la figure 5 le point I_m , V_m correspond à la puissance maximale délivrée par le module.

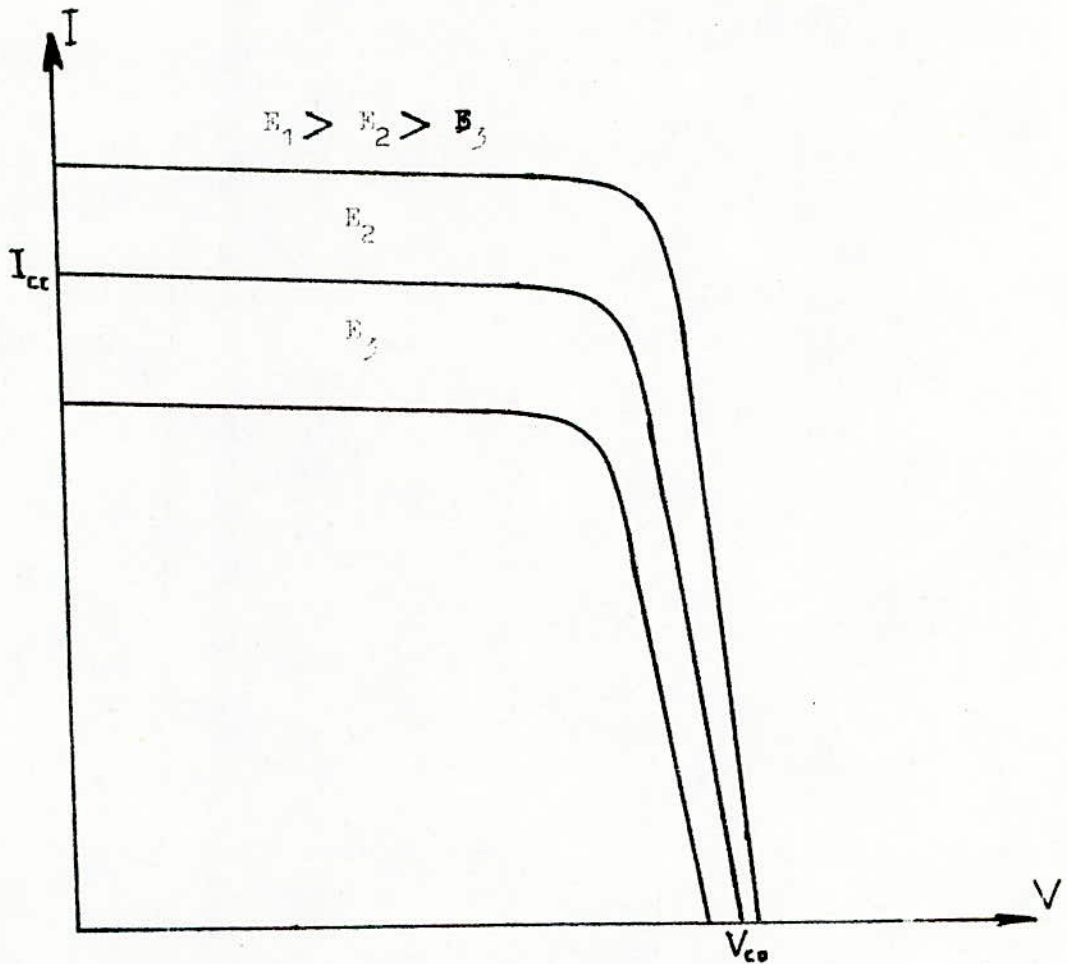


Figure 1 - CARACTERISTIQUE Courant-tension d'une cellule

I_{cc} : Le courant de court-circuit
 V_{co} : La tension de circuit ouvert
 E_i : Eclairement.



Fig. 2a Association série

$I = I_0$

$V = nV_0$

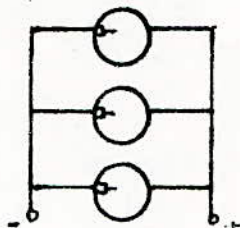


Fig. 2b Association //

$I = nI_0$

$V = V_0$

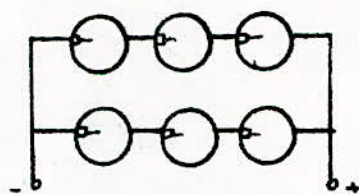


Fig. 2c Association série parallèle

$I = nI_0$

$V = nV_0$

Fig. 2 Association des cellules

V_0 et I_0 : tension et courant d'une seule cellule.

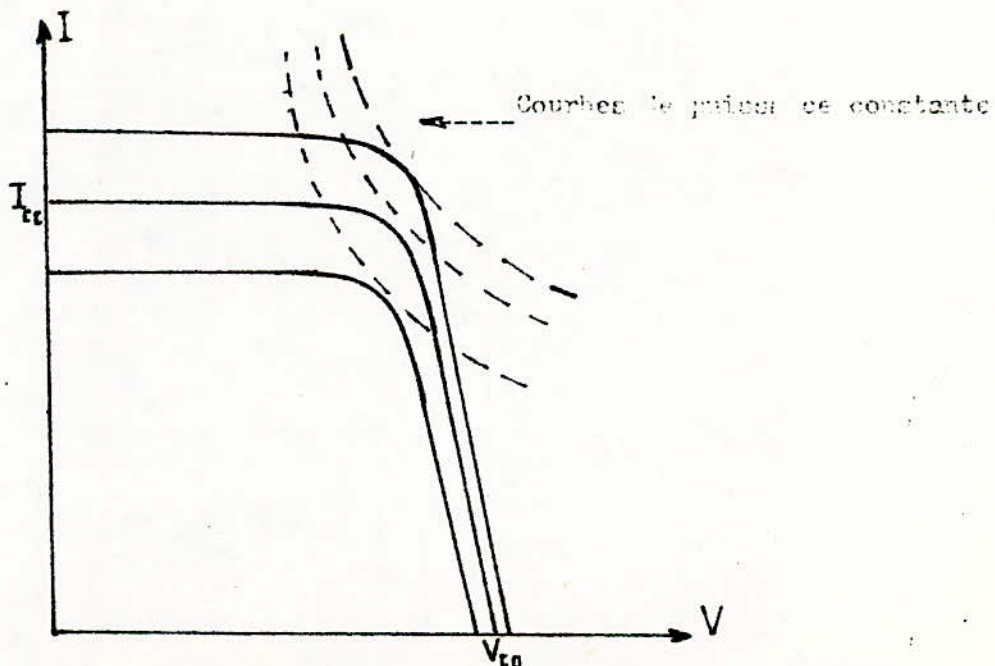


Fig. 3 Caractéristique $I = f(V)$ d'un module en fonction de l'éclairement.



Fig. 2a Association série

$$I = I_0$$

$$V = nV_0$$

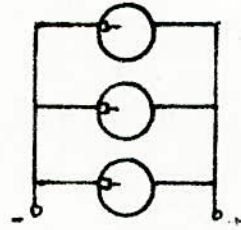


Fig. 2b Association //

$$I = nI_0$$

$$V = V_0$$

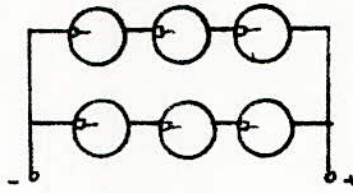


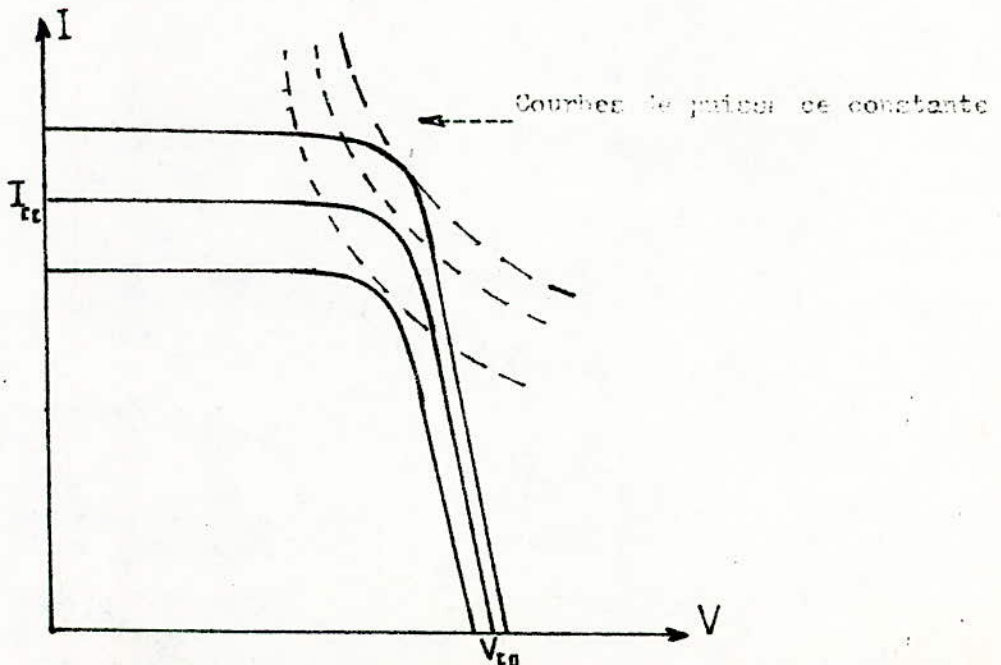
Fig 2c Association série parallèle

$$I = nI_0$$

$$V = nV_0$$

Fig. 2 Association des cellules

V_0 et I_0 : tension et courant d'une seule cellule.

Fig. 5 Caractéristique $I = f(V)$ d'un module en fonction de l'éclairement.

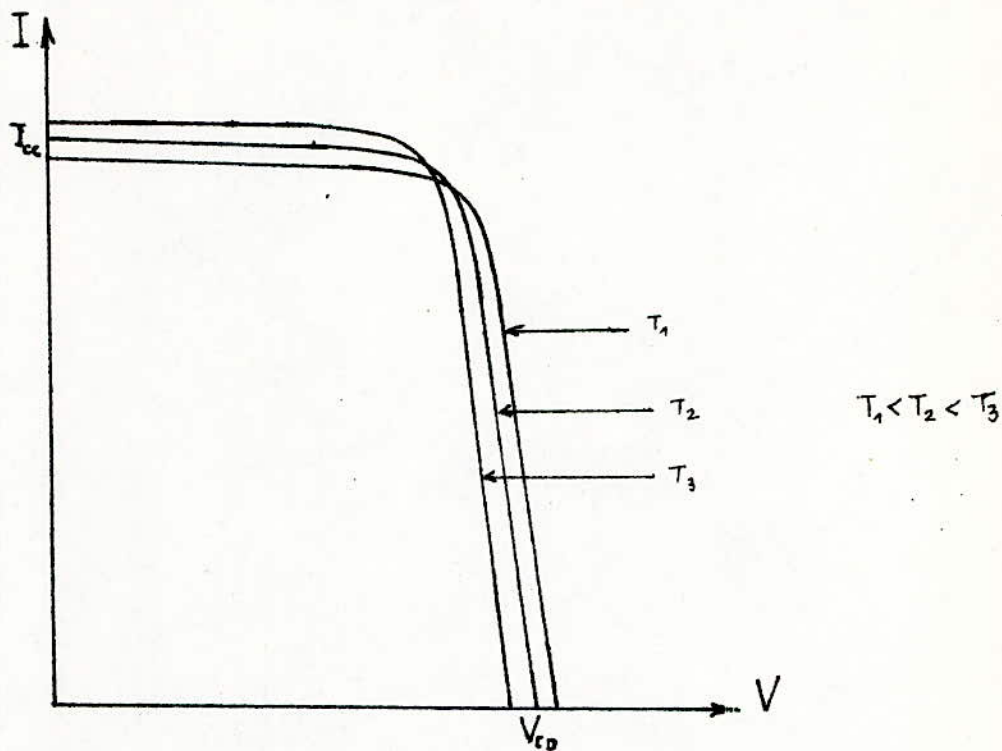


Fig. 4 : Caractéristique $I = f(V)$ pour différentes températures pour un éclairement constant.

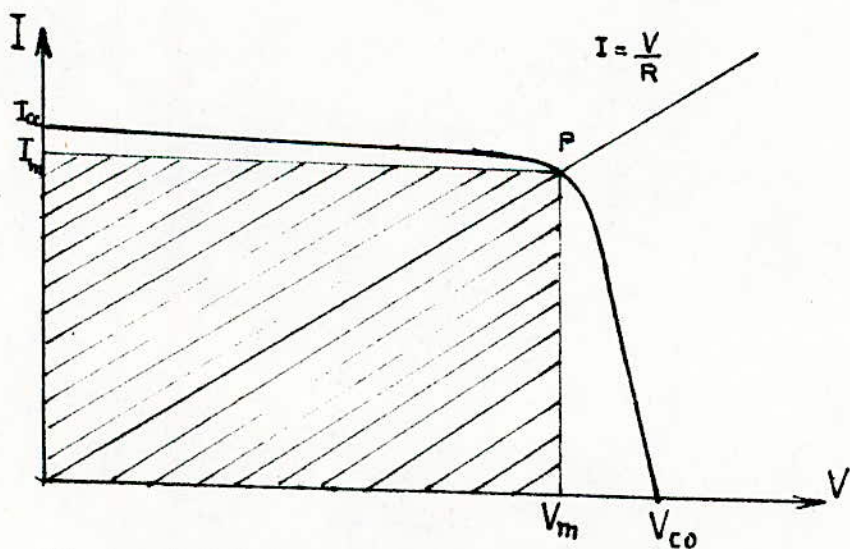


Fig. 5 : Point de puissance maximale.
L'aire hachurée représente la puissance maximale
 $P_m = V_m \times I_m$

1.2.3. L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE

La figure 4 donne les caractéristiques courant-tension en fonction de la température pour un éclairage constant. On remarque que la tension du circuit ouvert varie.

La puissance maximale délivrée par le module diminue avec l'augmentation de la température.

1.2.4. RENDEMENT

Le rendement est le rapport entre l'énergie solaire captée par le module et l'énergie électrique recueillie à ses bornes.

Il est compris entre 6 % et 15 %.

Pour avoir un bon rendement, le module doit travailler à sa puissance maximale.

1.2.5. ASSOCIATION DES MODULES SOLAIRES

Le groupement des modules, selon les différentes associations donne un grand nombre de combinaisons de tensions et courants.

a) Association série (figure 6a)

Ce type d'association permet l'augmentation de la tension normale d'utilisation à celle d'un module par contre le courant reste le même.

b) Association parallèle (figure 6b)

Avec ce mode de branchement, le courant débité sera multiplié tandis que la tension reste égale à celle d'un module.

c) Association série-parallèle (figure 6c)

Dans ce cas, on obtient des tensions et des courants supérieurs à ceux d'un seul module.

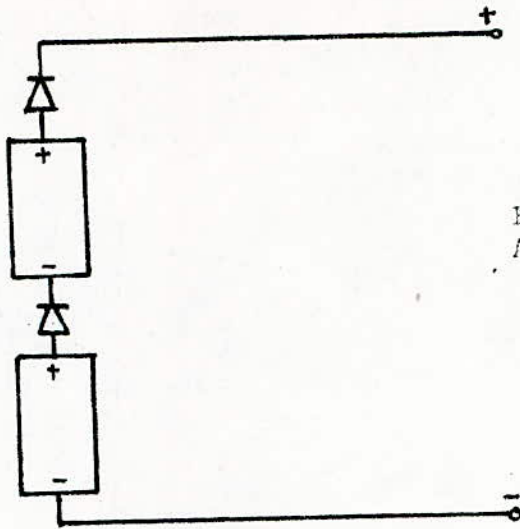


Figure 6
Association des modules en série

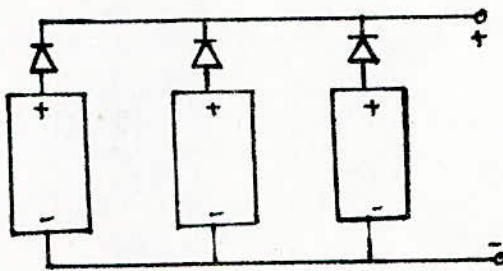


Figure 6 b Association des
Modules en parallèle

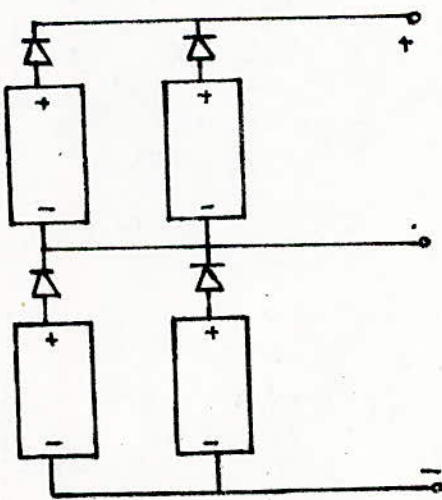


Figure 6c Association des
Modules en série parallèle.

Figure 6 Association des modules
Les diodes empêchent les accumulateurs de se décharger dans les modules.

CHAPITRE II

PRESENTATION DU RECEPTEUR TV

2.1. DESCRIPTION DU TELEVISEUR

Le schéma synoptique de la figure 7 montre les différents étages constituant le T.V 66 MT1 de la SONELEC. Nous y trouvons successivement :

a) - LE TUNER V.H.F. U.H.F.

Le tuner a pour rôle l'amplification sélective d'un canal désiré et la conversion des fréquences reçues à une fréquence intermédiaire.

b) - LA PLATINE F.I vision Son

Au niveau de cet étage s'effectue la séparation du son et de la vision ainsi que leurs démodulations.

c) - L'ETAGE DE PUISSANCE B.F.

Il assure une amplification en puissance du signal d'entrée pour exciter le haut parleur.

d) - L'AMPLI VIDEO

Il sert à amplifier le signal vidéo issu de la platine vision son afin d'obtenir un signal suffisant pour attaquer le tube cathodique.

e) - LA PLATINE SYNCHRO-OSCILLATION

Cet étage permet d'obtenir à partir du signal vidéo, les tops de synchronisation ligne et trame.

f) - L'ETAGE DE PUISSANCE DE BALAYAGE VERTICAL ET HORIZONTAL

Il comprend le circuit de balayage vertical et horizontal et de la production de la T.H.T.

g) ALIMENTATION GENERALE DU RECEPTEUR (figure 8)

L'alimentation a pour rôle de fournir à partir du secteur alternatif les diverses tensions nécessaires pour le fonctionnement des étages précédents.

Le tableau 1 précise l'affectation de ces tensions.

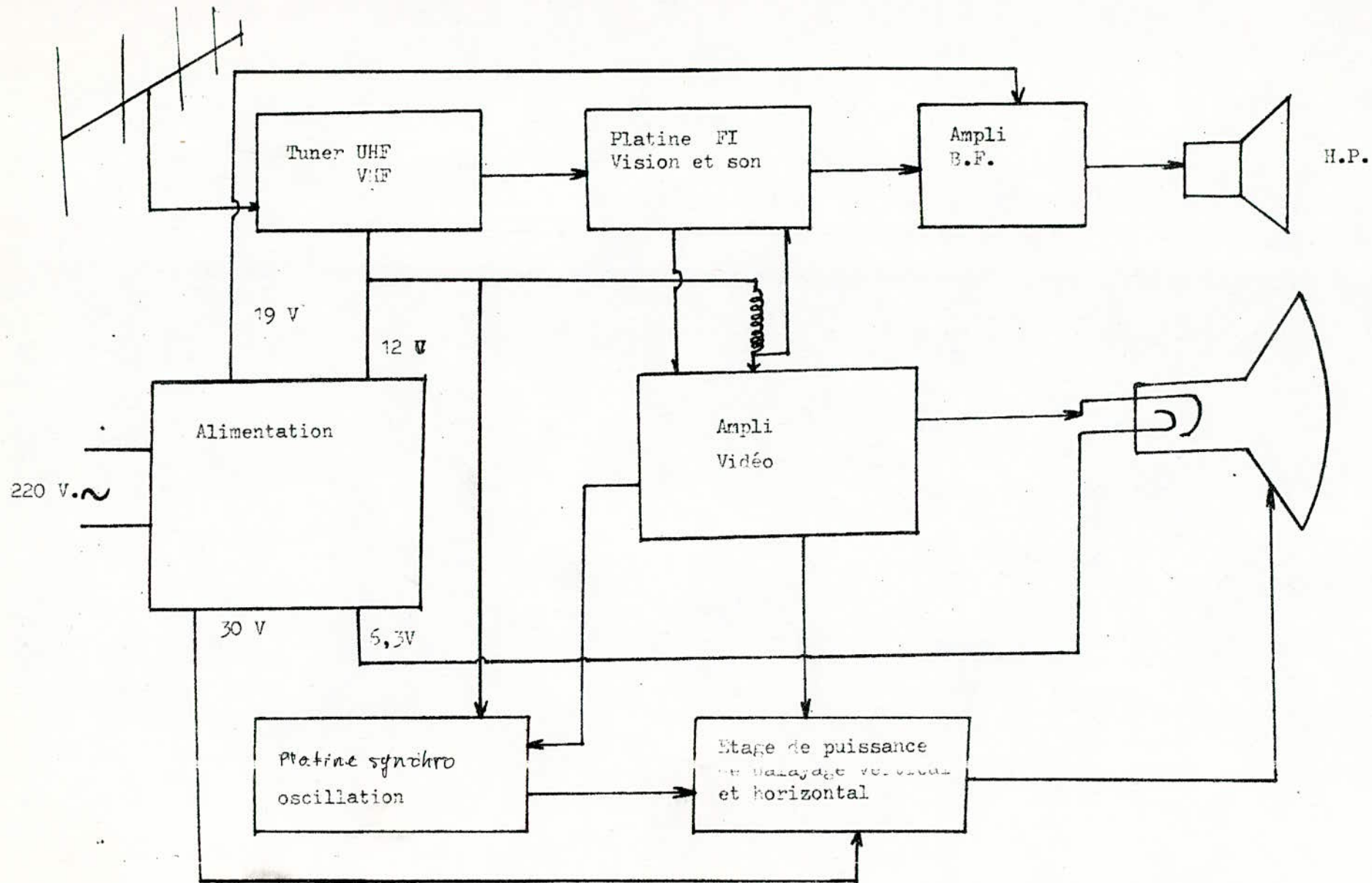


Figure 7 - Présentation des différents étages du T.V. et leur alimentation .

Tensions	Charges
30 V	Etage de puissance balayage vertical et horizontal
12 V	Tuner, amplividéc, platine FI, platine synchro
19 V	Etage amplificateur DF Son
6,3 alt	chauffage du filament du tube cathodique

(tableau 1)

2.2. CONSOMMATION DU RECEPTEUR

Le constructeur spécifie une puissance globale de 65 V.A.

Elle n'est que de 57 V.A. Cette puissance globale consommée est détaillée pour chaque étage dans le tableau 2.

La puissance totale consommée par ces étages est :

$$P = 34 \text{ W}$$

2.3. MINIMISATION DE LA CONSOMMATION

La partie alimentation consomme une puissance de 23 W

$$P = 57 - 34 = 23 \text{ W}$$

qui correspond à un rendement de 60 %

Pour la minimiser il est nécessaire de changer cette alimentation et la remplacer par un convertisseur du type à découpage qui possède un rendement de l'ordre de 80 %

La figure 8 donne le schéma de l'alimentation à remplacer par un convertisseur continu-continu.

Etage	Niveau	Tension (V)	Courant (A)	Puissance (W)
Tuner VHF UHF	-	I2	0,1	I,2
Ampli vidéo Platine FI Vision et son	8	I2	0,093	I,12
Ampli BF	IO	I9	0,1	I,9
Balayage vertical et horizontal	8	30	0,9	27
Platine synchro/ osclill.	-	I2	0,045	0,54
Filament	-	6,3	0,31	I,95

(Tableau 2)

2.4. SYSTEME D'ALIMENTATION PAR PANNEAU SOLAIRE

Comme l'émission du programme T.V. s'effectue le plus souvent la nuit, il faudra stocker l'énergie collectée par le panneau pendant le jour.

Dans ce cas le système d'alimentation de notre T.V. apparaîtra selon le schéma synoptique de la figure 9 qui comprend :

- Le panneau solaire
- La batterie de stockage
- Un convertisseur continu-continu qui remplacera l'ancienne alimentation secteur
- Un régulateur de charge et de décharge qui aura pour rôle d'améliorer les conditions de la charge de la batterie tout en la protégeant.

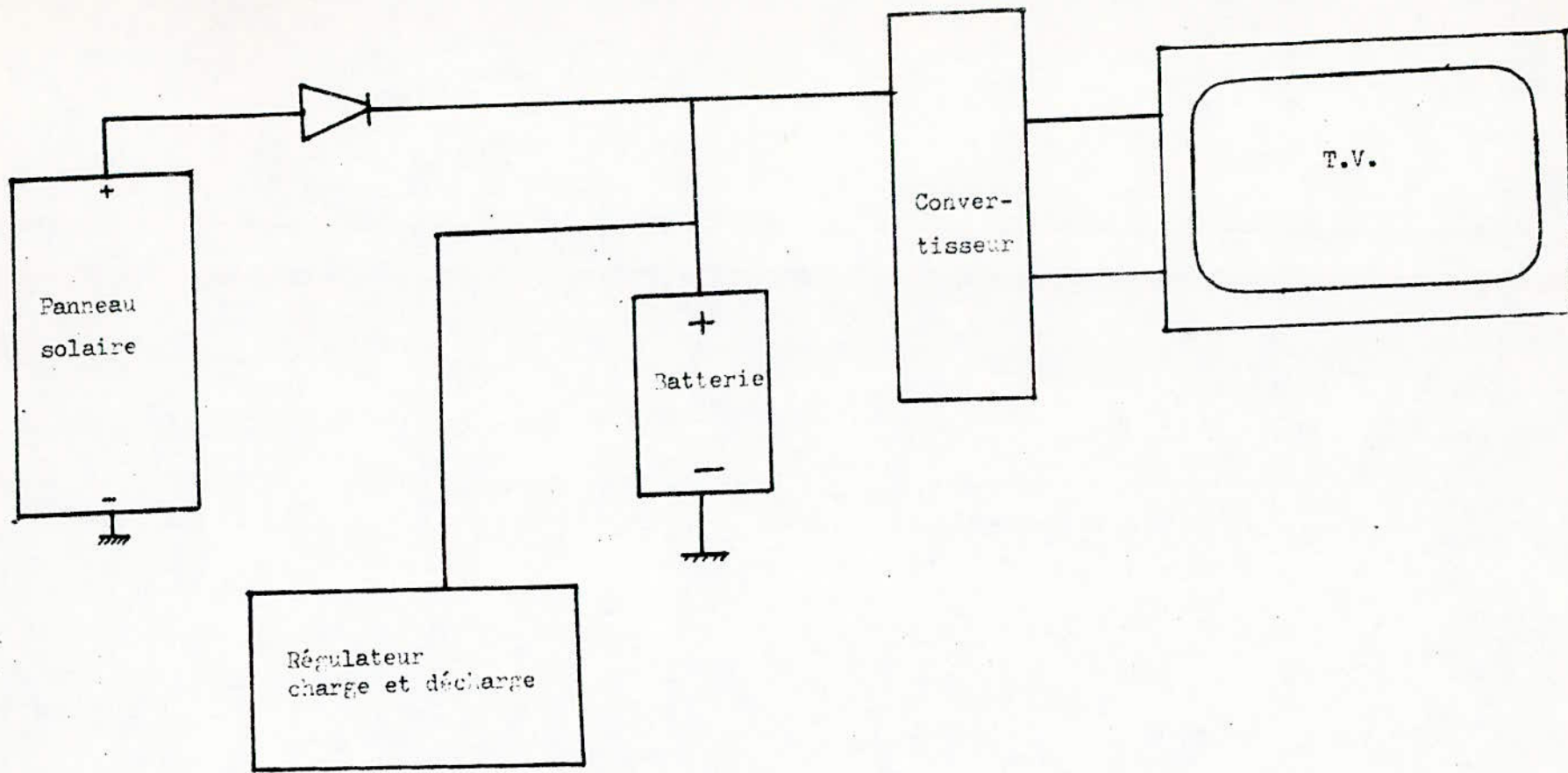


Figure 9 - Système d'alimentation par panneau solaire.

LES ACCUMULATEURS

3.1. INTRODUCTION

Les accumulateurs sont des générateurs chimiques réversibles.

En charge, ils accumulent de l'énergie qu'ils restituent pendant la décharge.

3.2. ACCUMULATEUR AU PLOMB

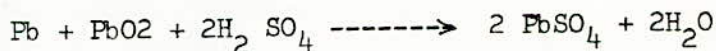
Un accumulateur au plomb comprend les éléments suivants :

- Une électrode positive
- Une électrode négative
- Un bac rempli d'une solution d'acide sulfurique.

3.2.1. LE FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement obéit aux équations suivantes

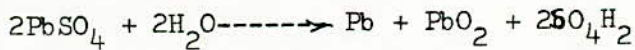
a) Equation de décharge



On voit bien d'après l'équation qu'il y a absorption du Pb et PbO_2 et H_2SO_4 et libération de l'eau ce qui dilue l'électrolyte.

b) Equation de charge

Il se produit une réaction inverse que celle de la décharge



L'évaporation de l'eau produite pendant la décharge doit être compensée par addition périodique.

3.2.2. CARACTERISTIQUES D'UN ACCUMULATEUR AU PLOMB

a) Force électromotrice (à 25°C)

En service normal f.e.m = 2, V. par élément

En fin de charge f.e.m = 2,2V.

En fin de décharge f.e.m = 1,8 V.

b) Résistance interne

Elle est de l'ordre de quelques centièmes d'ohms par élément

c) Densité de l'électrolyte

La densité de la solution $\text{SO}_4\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$ est :

1,28 à pleine charge

1,2 à mi-charge

1,1 décharge

3.3. CAPACITE D'UN ACCUMULATEUR

La capacité d'une batterie est le courant débité pendant un temps t . Elle dépend du régime de décharge et s'exprime en A.H.

3.4. RENDEMENT EN AMPERE-HEURE

Le rendement n est donné par la relation suivante :

$$n = \frac{\text{A.H fournis à la décharge}}{\text{A.H restitués à la charge}} \times 100$$

Ce rendement est environ 50 % pour les éléments au plomb et de 71 % pour les éléments à Fer-nickel.

3.5. RENDEMENT EN ENERGIE

La capacité en énergie n'est autre que l'énergie que peut fournir la batterie et s'exprime en W.H

$$n = \frac{\text{W.H décharge}}{\text{W.H charge}}$$

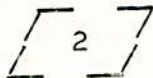
Le rendement en énergie pour différents types d'accumulateurs :

Pb : 68 à 75 %

Cadmium nickel : 50 à 58 %

Fer-nickel : 48 à 52 %

3.6. REGIME DE CHARGE DE LA BATTERIE



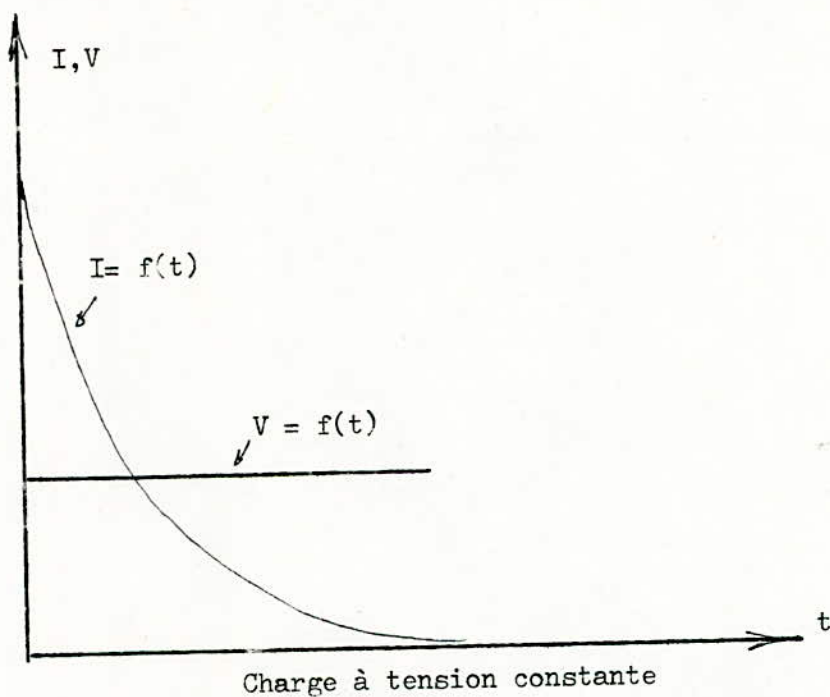
3.6.1. LA CHARGE A COURANT CONSTANT

Dans ce cas, on maintient le courant constant dès le début de la charge quelle que soit l'élévation de la tension. Ce procédé est généralement utilisé pour la première charge des batteries.

3.6.2. CHARGE A TENSION CONSTANTE

Dans cette méthode, on relie la batterie à une source de courant continu dont la tension est constante. Dans ces conditions le courant initial peut être très élevé, mais il diminue rapidement.

La figure ci dessous représente la variation de l'intensité et de la tension dans ce procédé de charge



3.6.3. CHARGE D'ENTRETIEN

C'est la compensation des pertes en circuit ouvert par le passage d'un faible courant d'entretien minimal à fournir pour maintenir la densité de l'électrolyte constante

Le courant de charge par élément est de l'ordre de 1 m A par ampère-heures de capacité.

CHAPITRE IV

DIMENSIONNEMENT DE LA BATTERIE

4.1. INTRODUCTION

La batterie doit être capable de stocker l'énergie journalière et la restituer pendant l'utilisation et stocker l'excès d'énergie pour le restituer pendant les saisons où il y a un défaut d'énergie solaire.

4.2. L'ENERGIE MOYENNE RECUE

L'énergie solaire reçue par jour est estimée, pour la région d'Alger, à $5,3 \text{ kWh/m}^2/\text{j}$ le surplus d'énergie est $700 \text{ W/m}^2/\text{j}$ [3]

4.3. CALCUL DE LA CAPACITE

On utilise un seul panneau de marque ARCO Solar, qui possède les caractéristiques suivantes :

$$\text{Pour } E_m = 100 \text{ m W/J/M}^2 \text{ } T = 28^\circ$$

$$I_{cc} = 2,3 \text{ A.}$$

$$V_{co} = 20,1 \text{ V}$$

$$P_{max} = 33 \text{ W}$$

$$S = 0,367 \text{ m}^2$$

L'énergie au niveau de la batterie est :

$$E = E_o \times n_p \times n_b \times S$$

avec : E_o : Energie moyenne reçue est $5,3 \text{ kWh/m}^2/\text{J}$

n_p : Le rendement du panneau

S : La surface du panneau

n_b : *rendement de la batterie*

$$E = 5,3 \times 0,08 \times 0,8 \times 0,367 = 124 \text{ Wh/Jour}$$

- La durée de fonctionnement du téléviseur

L'énergie reçue au niveau de la batterie est 124 Wh/Jour

Donc le nombre d'heures de fonctionnement du téléviseur par un seul panneau est :

$$t = \frac{124}{42} = 3 \text{ heures}$$

Avec $P = 42 \text{ W}$: la puissance à l'entrée du convertisseur

Le surplus d'énergie reçu à une valeur moyenne égale à :

$$E_m = 700 \text{ Wh/M}^2/\text{J}$$

En supposant que le nombre de jours sans soleil est 45 jours alors l'excès d'énergie annuelle est : $E.A = 700 \times 320 \times 0,367 = 80 \text{ kWh/a}$

E.A. c'est une énergie solaire

Après conversion :

$$W.U = E.A. \times \eta_p \times \eta_b = 5 \text{ kwh/an}$$

W.U c'est une énergie électrique .

On estimera que l'excès d'énergie à stocker est égal à $1/5$ de W.U

La consommation quotidienne est :

$$Q = \frac{W_a}{V \eta_b} = \frac{42 \times 3}{12 \times 09} = 12 \text{ A.h.}$$

Le cinquième de WU donnera $Q_u = \frac{1000}{12} = 84 \text{ A.h.}$

D'où la capacité de la batterie :

$$C = Q_r + Q_u = 96 \text{ A.h.}$$

CHAPITRE V

REALISATION DU CONVERTISSEUR

5.1. PRINCIPE DE LA REALISATION

Le rôle du convertisseur est de fournir à partir des 12 V de la batterie, les tensions qui alimentent les différents étages sous les courants mentionnés sur le tableau ci-dessous :

V(volts)	30	12	6,3
I (A)	0,9	0,4	0,3
:	!	!	!

On alimente l'ampli BF par 12V ou bien de 19V

5.2. CONSTITUTION DU CONVERTISSEUR

Le schéma synoptique de l'alimentation est donné à la figure 10, il comporte :

- a) Un oscillateur : c'est un multivibrateur astable qui délivre des impulsions de déclenchement à un monostable et fixe la fréquence de travail.
- b) Modulateur du rapport cyclique : c'est un monostable qui commande l'étage de sortie.
- c) Etage de sortie constitué :
 - d'un élévateur de tension du type à découpage dont la bobine constitue le primaire d'un transformateur
 - d'un transistor de puissance à commutation rapide
 - d'une protection contre d'éventuels courts-circuits
 - d'un circuit régulateur qui, à partir de la tension de sortie commande le modulateur du rapport cyclique

5.3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET CALCUL DES DIFFERENTS ETAGES

5.3.1. LE MULTIVIBRATEUR ASTABLE

L'astable est un oscillateur qui délivre des signaux carrés dont la fréquence dépend du choix des éléments. On utilise dans notre cas des portes pour sa réalisation (figure 11).

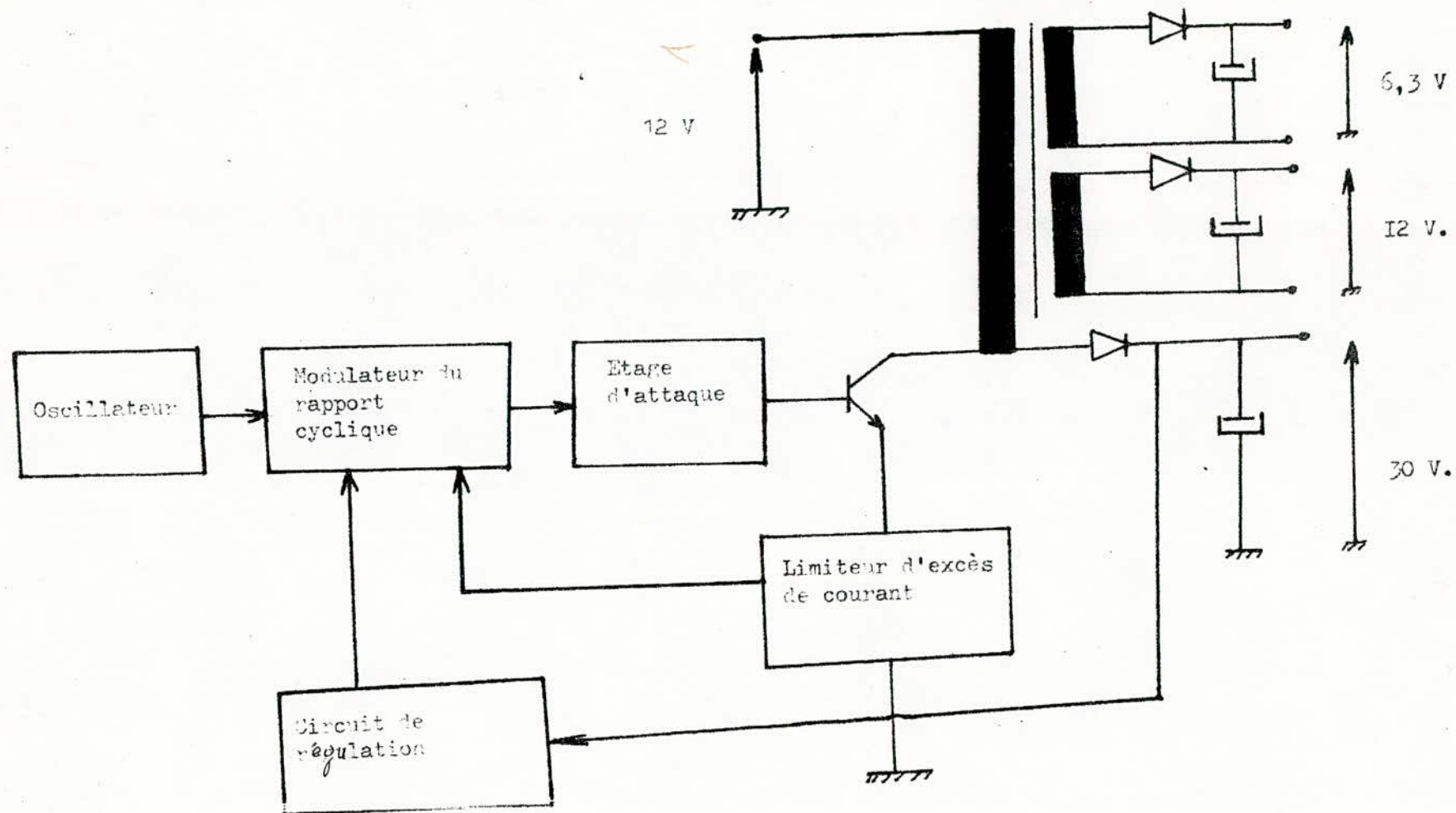
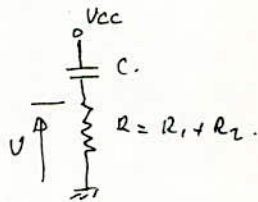


Figure 10 - Synoptique du convertisseur.

a) Le fonctionnement :

Les variations de U agissent sur l'état de sortie S_2 . On suppose que cette dernière est à l'état 1 alors S_1 est effectivement à l'état 0, le condensateur C commence à se charger à travers $(R_1 + R_2)$ selon la loi suivante :

$$U = (V_S + V_{CC}) e^{-t/RC}$$



Avec V_S : Tension seuil du basculement de la porte NAND qui dépend de l'alimentation

V_{CC} : Tension d'alimentation

U décroît jusqu'à V_S , S_1 passe de 0 à 1, le condensateur se charge à travers R_2

La tension U croît de $-(V_{CC} - V_S)$ et tend vers V_{CC} , dès qu'elle arrive à V_S le basculement se produit et on se trouve à l'état initial et le cycle recommence avec la période :

$T = T_1 + T_2$ avec :

$$T_1 = (R_1 + R_2) C \log \frac{V_{CC} - V_S}{V_S}$$

$$T_2 = R_2 C \log \frac{2 V_{CC} - V_S}{V_{CC} - V_S}$$



b) La période de l'astable :

Supposant que $V_S = V_{CC}/2$ on aura

$$T = (R_1 + 2 R_2) C \log 3$$

5.3.2. MODULATEUR DU RAPPORT CYCLIQUE :

C'est un monostable dont le schéma de principe est illustré dans la figure I2.

a) Le fonctionnement :

La présence de l'état bas à l'entrée e_1 , provenant de l'astable change l'état stable de la sortie s.

Si $e_1 = 0$, $S_1 = 1$, le condensateur se charge à travers 5 et la tension U décroît jusqu'à V_S selon la loi suivante :

$$U = V_{cc} e^{-t/Rc}.$$

à ce moment la sortie passe à l'état 1 c'est-à-dire qu'elle reprend son état stable.

Cette durée de charge détermine le rapport cyclique..

La sortie $S = 1$ et $e_1 = 1$ -----> $S_1 = 0$ la capacité se décharge à travers R.

Le monostable garde cet état jusqu'à l'arrivée du signal de déclenchement de l'astable et le cycle recommence. On aura ainsi un signal dont la période est celle de l'oscillateur qui est représenté sur la figure 12

b) La durée de l'état instable

$$T_i = RC \text{ Log } \frac{V_{cc}}{V_S}$$

En variant R, on obtient le rapport cyclique désiré.

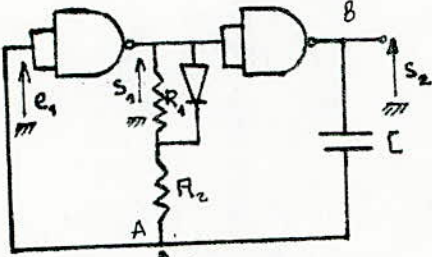
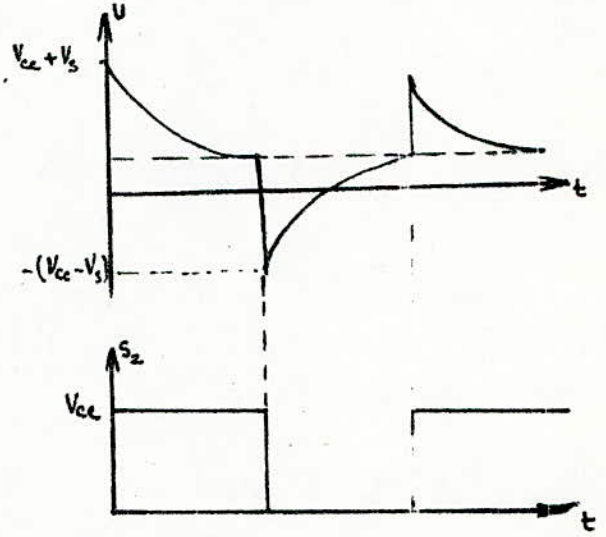


Figure 11 - L'Oscillateur.



Les formes des signaux au point A et B

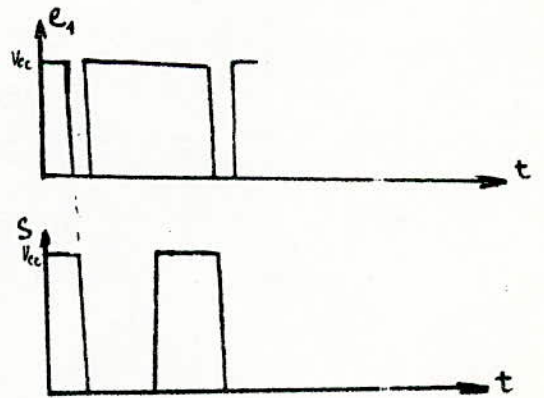
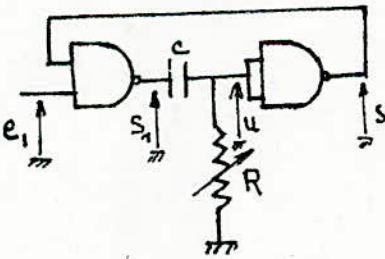


Figure 12 - Modulation du rapport cyclique avec les signaux $e_1(t)$ et $s(t)$

5.3.3. CALCUL DES ELEMENTS DU CIRCUIT DE COMMANDE

Figure I3 donne le circuit de commande réalisé.

a) Calcul de l'Astable

$$T = (R_1 + 2R_2) C \log 3$$

On travaille à la fréquence $f = 30 \text{ kHz}$

Si l'on prend $C = 220 \text{ pF}$ on trouve $R_1 + 2R_2 = 170 \text{ K } \Omega$

R_2 détermine la durée du signal de déclenchement du monostable.
Pour cette raison qu'elle est de valeur relativement faible

$$R_2 = 1 \text{ K } \Omega$$

b) Calcul du monostable

$$T = RC \log 2 \quad \text{si } V_s = V_{cc}/2$$

On prend $C = 3 \text{ nF}$ et R est constitué par la résistance RDS du F.E.T

Les signaux obtenus aux différents points du montage sont représentés sur la figure I3 b

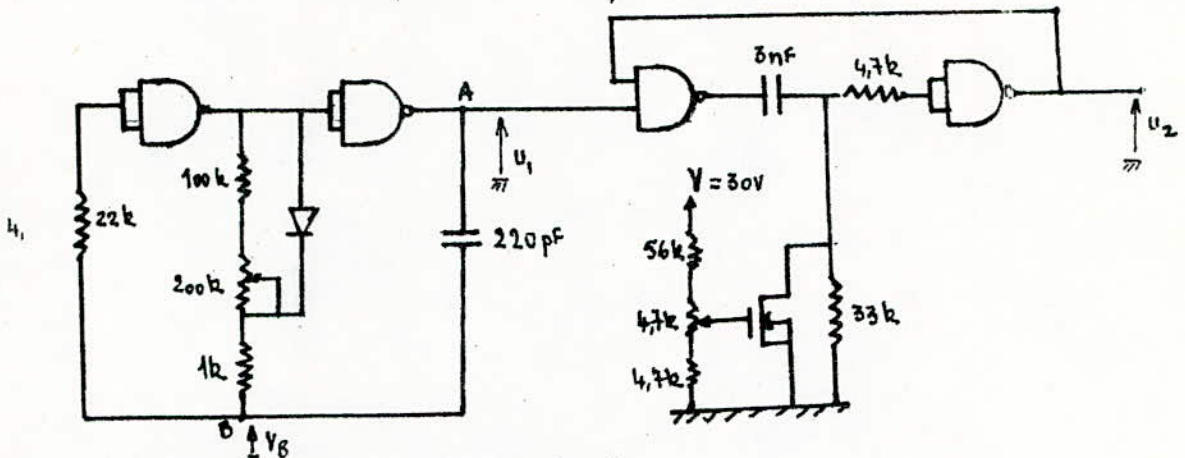


Figure 13 a - Circuit de commande

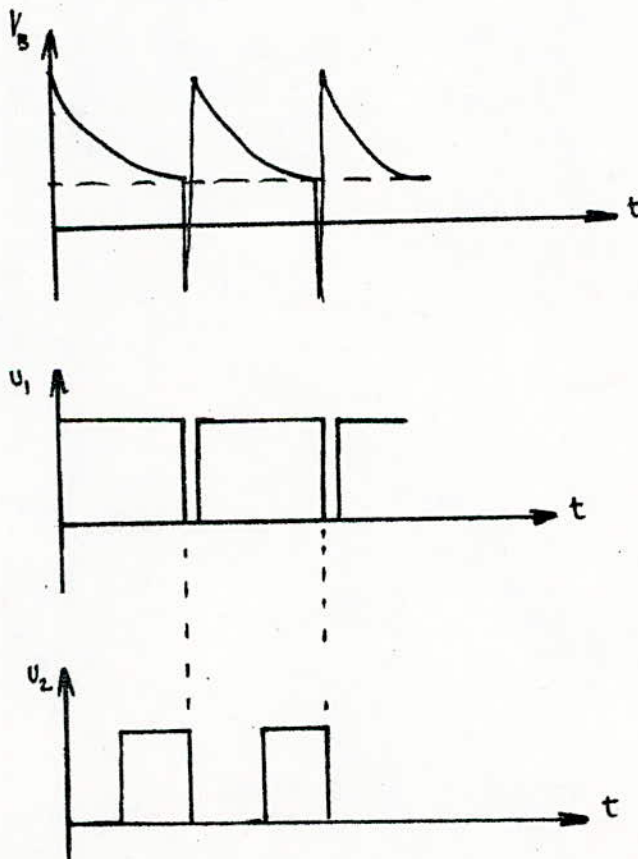


Figure 13 b - Forme des signaux aux points A, B, C.

5.3.4. ETAGE DE SORTIE

a) Elévateur de tension à découpage :

- Principe de fonctionnement :

La figure I4 a représenté le schéma de principe de l'alimentation à découpage.

K c'est un transistor commutateur.

- K : fermé

Admettons en premier temps que le commutateur K est fermé, le potentiel au point A est égal à V_{cesat} du transistor, et la diode se trouve bloquée, l'inductance est soumise à une tension $V_e - V_{\text{cesat}}$. Le courant dans la bobine augmente selon la loi :

$$I_L = \frac{V_e - V_{\text{cesat}}}{L} t \quad (\text{Figure I4b})$$

Cette augmentation dure jusqu'à l'ouverture du commutateur K, A ce moment le courant atteint la valeur $I_{\text{crête}}$ qui correspond au temps TON

$$I_{\text{crête}} = \frac{V_e - V_s}{L} \text{ ton}$$

- K : ouvert :

At = TON le commutateur K s'ouvre, la tension aux bornes de la bobine s'inverse et la diode se trouve polarisée en direct et commence à conduire

Le potentiel au point A est $V_A = V_S + V_D$ (V_D : tension aux bornes de la diode)

Le courant qui traverse la bobine diminue selon la relation suivante :

$$I_L = I_{\text{crête}} - \frac{V_S + V_D - V_e}{L} t$$

Si cette diminution dure jusqu'à la décharge totale de la bobine, on aura l'expression de $I_{\text{crête}}$

$$I_L = 0 \text{ ----- } I_{\text{crête}} = \frac{V_S + V_D - V_e}{L} \text{ toff}$$

ce qui nous permet de tirer le rapport $\frac{\text{TON}}{\text{toff}}$

$$\frac{\text{TON}}{\text{toff}} = \frac{V_S + V_D - V_e}{V_e - V_{\text{sat}}}$$

Si V_D et V_{sat} sont négligeables devant V_e et V_s

On aura :

$$\frac{TON}{Toff} = \frac{V_s - V_e}{V_e}$$

De cette dernière relation il vient :

$$V_s = \frac{T}{Toff} V_e \quad \text{avec } T = TON + toff$$

b) Alimentation avec transformateur :

Le schéma de principe est illustré sur la figure I5 :

Ce type d'alimentation s'appelle alimentation "Flyback". Son avantage est de nous permettre d'avoir plusieurs tensions de sortie sans avoir recours aux variations du rapport cyclique.

Le fonctionnement :

- Le commutateur K est fermé :

Dans ce cas la diode est polarisée en inverse à cause des orientations relatives des enroulements primaires et secondaires.

Le transformateur fonctionne à vide et l'enroulement primaire emmagasine l'énergie qui vaut :

$$W = \frac{I}{2} LI^2$$

- K s'ouvre :

L'énergie emmagasinée du primaire est transférée au secondaire et la diode se trouve polarisée en direct d'où la restitution de cette énergie.

c) Calcul des éléments de l'élevateur

Calcul de L

Tension d'entrée $V_e = 12 \text{ V}$.

Tension de sortie $V_s = 30 \text{ V}$

Courant de sortie $I_s = 0,9 \text{ A}$.

$f = 30 \text{ KHZ}$

On a $I_{crête} = \frac{V_s - V_e}{L} \cdot toff$

$Toff = T \frac{V_e}{V_s}$

D'où $L = \frac{V_s - V_e}{I_{crête}} \times T \times \frac{V_e}{V_s}$

$L = 54 \text{ uH}$

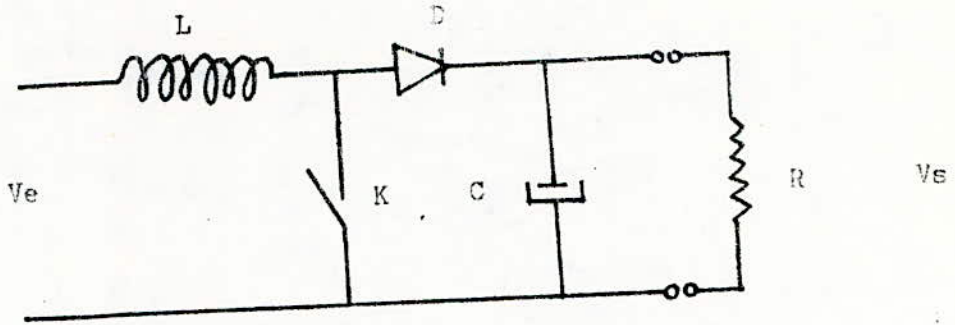


Figure 14 a. - Elévateur de tension

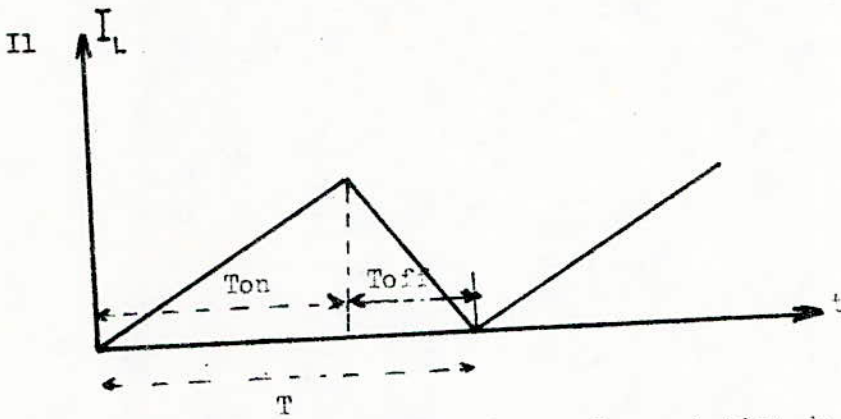


Figure 14 b - La variation du courant dans la bobine.

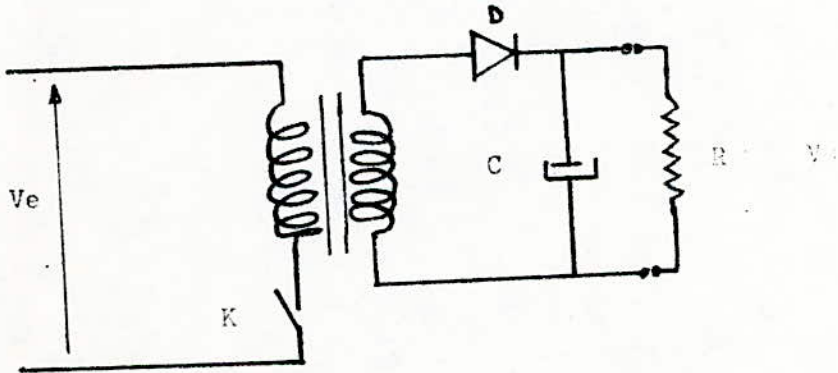


Figure 15 - Alimentation "Flyback"

Calcul de la capacité :

$$C = \frac{(I_{crête} - I_s) \times t_{off}}{2 I_{crêtes} \Delta V_{résid}} \quad [4]$$

Avec $\Delta V_{résid} = 10 \text{ mV}$

Calcul du radiateur

La puissance dissipée dans le transistor est :

$$P_D = P_{CE} + P_{toff}$$

$$P_{CE} = V_{sat} \times I$$

$$P_{toff} = I_{max} \frac{V_{CEO}}{2} t_{off} \times f$$

P_{CE} : La puissance dissipée entre collecteur et émetteur à la saturation.

P_{toff} : Pertes imputables au temps de commutation

Le transistor de commutation est un BDX/54 qui a :

$$- V_{CEO} = 120 \text{ V}$$

$$- V_{Cesat} = 1,1 \text{ V pour } I_c = 4 \text{ A}$$

$$- F_T = 20 \text{ MHz}$$

$$- t_{off} = 0,8 \text{ us}$$

$$\text{d'où } P_{CE} = 1,1 \times 3,5 = 3,85 \text{ W}$$

$$P_{toff} = 5 \text{ W.}$$

$$P_D = 8,8 \text{ W}$$

$$\text{On a } T_j - T_{ab} = P_D R_{th} (j-a)$$

$$\text{avec } R_{th} (j-a) = R_{th} (j-b) + R_{th} (b-r) + R_{th} (r-a)$$

$$T_j = 125 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$T_{ab} = 25 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$PD = 8,8 \text{ W}$$

$$\text{d'où } R_{th}(J-a) = 9,5 \text{ } ^\circ \text{C/W}$$

$$R_{th}(j-b) = 2 \text{ } ^\circ \text{C/W}$$

$$R_{th}(b-r) = 0 \text{ pas d'isolement}$$

$$\text{On trouve } R_{th}(r-a) = 7,5 \text{ } ^\circ \text{C/W}$$

La surface du radiateur :

$$R_{th} = \frac{1}{\delta S} \text{ en } ^\circ \text{C/W} \quad S \text{ en cm}^2.$$

$$\delta = 3 \text{ mW/cm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$S = 42 \text{ cm}^2$$

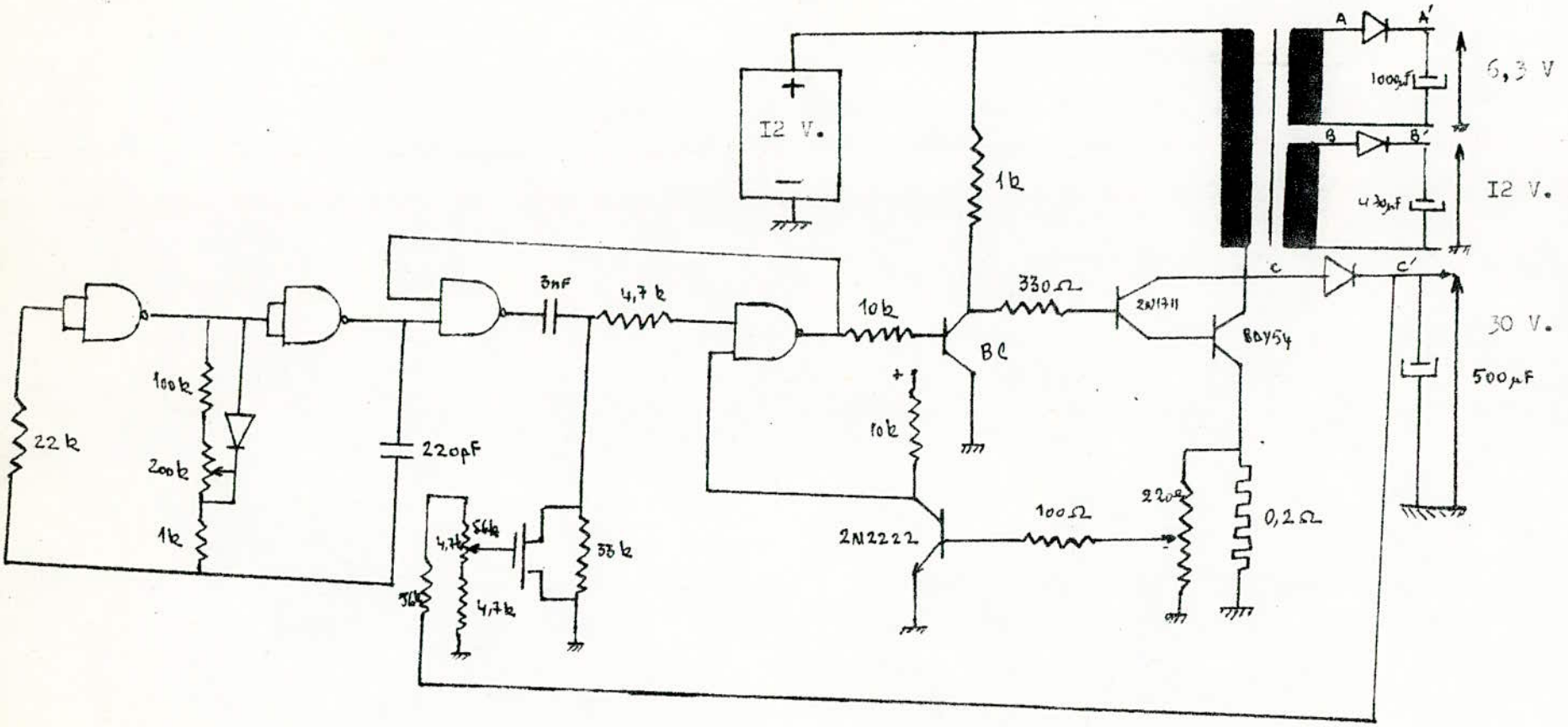


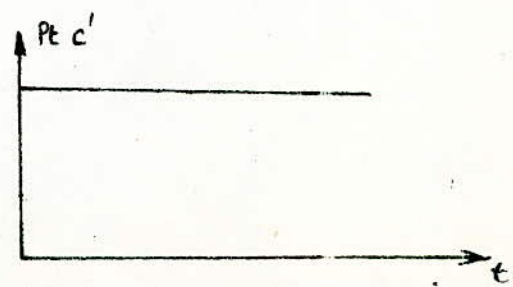
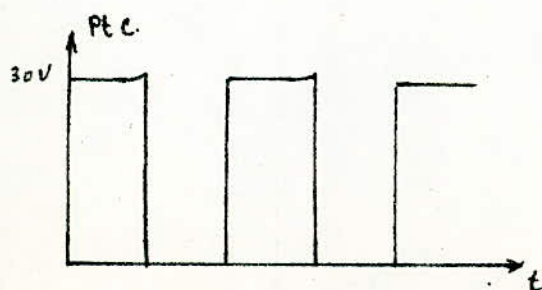
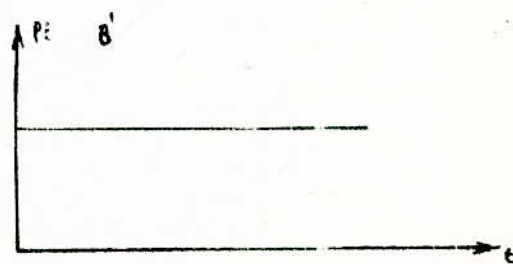
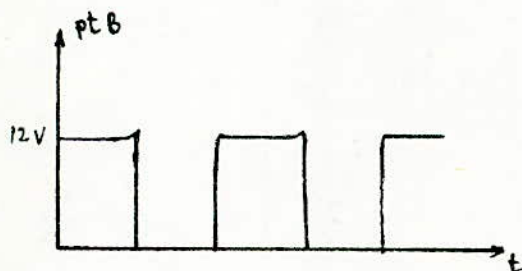
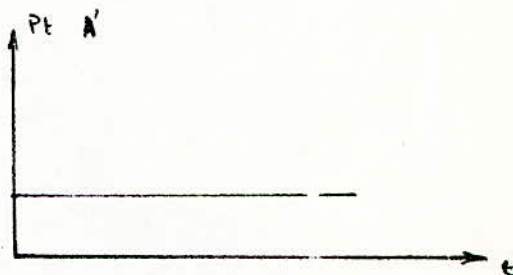
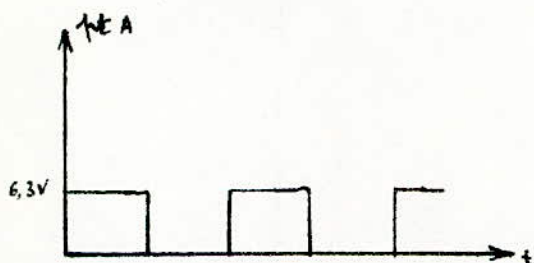
Figure 16 - Schéma du convertisseur.

5.4. RESULTATS OBTENUS SUR LE CONVERTISSEUR

La puissance maximale consommée par le téléviseur, convertisseur inclu est :

- $P = VI$
- $V = 12 \text{ V}$
- $I = 3,4 \text{ A}$.
- $P = 41 \text{ W}$.

Les diagrammes relevés, des différents point de la figure 16, sont représentés ci-dessous.



CHAPITRE VI

CHARGEUR DE BATTERIE

6.1. INTRODUCTION :

Le plus souvent, l'émission des programmes TV s'effectue pendant le soir, l'éclairage diminue et devient nul pendant la nuit, alors l'énergie solaire convertie en électricité par les panneaux doit être stockée dans des accumulateurs.

6.2. CONSTITUTION DU CHARGEUR :

C'est un convertisseur continu-continu abaisseur de tension du type à découpage.

Le schéma de la figure 17 réunit les différents blocs constituant le chargeur de batterie dont le fonctionnement est décrit ci-après :

6.3. LE FONCTIONNEMENT ET CALCUL

6.3.1. Convertisseur CC abaisseur de tension

Son rôle est d'adapter la tension du panneau à celle du chargeur.

a) Le fonctionnement :

Le schéma de principe est illustré dans la figure 18

- K est fermé :

La tension au point A est $V_A = V_e - V_{sat}$.

Avec v_{sat} la tension de saturation du transistor.

A ce moment la diode est polarisée en inverse, donc est bloquée.

Pour une résistance ohmique de l'inductance très faible, le courant à travers l'inductance croît selon la loi **linéaire**

$$\frac{d I_L}{dt} = \frac{V_L}{L} = \frac{V_A - V_S}{L}$$

Le courant I_L continue à croître à ce taux aussi longtemps que le commutateur K est fermé et que l'inductance n'est pas saturée.

Supposons que la tension de sortie au cours d'un cycle complet ne change pas de façon significative du fait de la grande valeur de C.

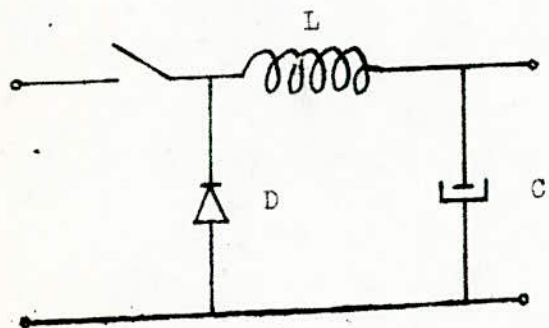


Figure 18 abaisseur de tension

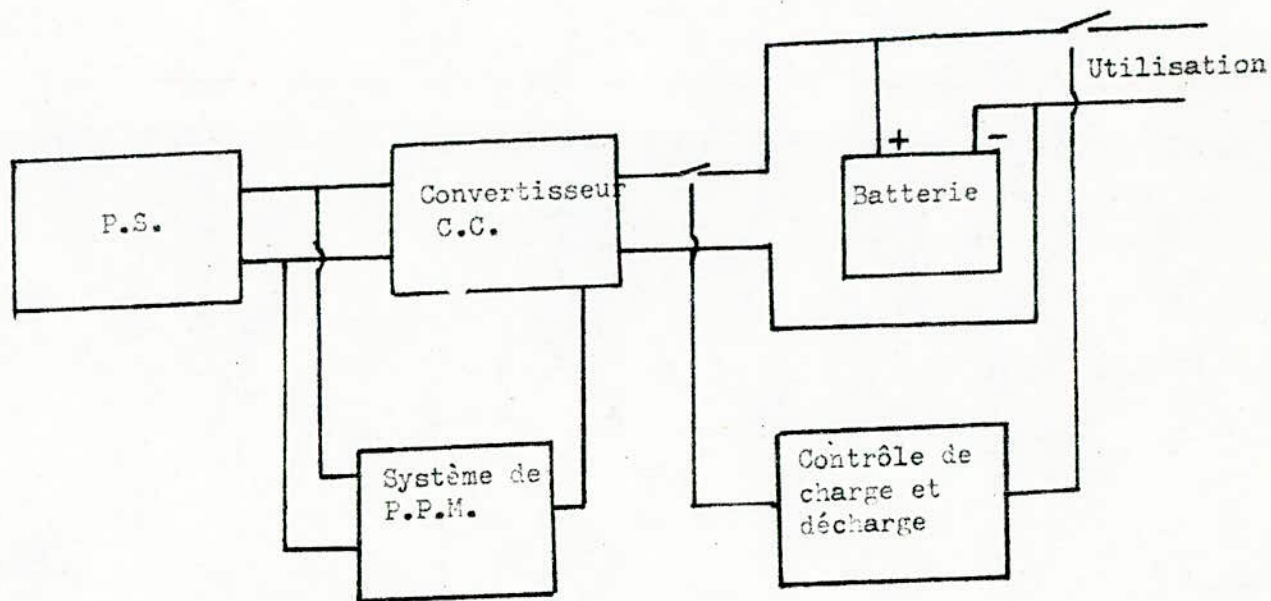


Figure 17
Synoptique du chargeur de batterie.

Le courant dans l'inductance est donné par :

$$I_L = \frac{V_A - V_S}{L} t$$

I_L atteint une valeur maximale pour $t = t_{on}$ (le temps de conduction du transistor).

La valeur crête est donc donnée par :

$$I_{crête} = \frac{V_A - V_S}{L} t_{on}$$

Tant que I_L n'a pas atteint la valeur du courant moyen consommé par la charge (I_s), le condensateur C se charge et sa tension V_s décroît.

Dès que I_L dépasse la valeur I_s , C commence à se décharger.

- K ouvert

Le commutateur s'ouvre quand I_L atteint $I_{crête}$.

Il faut que l'énergie emmagasine, pendant la conduction du transistor soit récupérée :

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

Puisque le courant de l'inductance ne peut pas changer instantanément, le bobinage devient générateur et la tension aux bornes de L s'inverse et le potentiel au point A polarise la diode en direct, procurant ainsi un passage pour le courant de l'inductance ;

La tension au point A est maintenant

$$V_A = -V_D$$

Le courant à travers l'inductance commence à décroître suivant la loi :

$$I_L = I_{crête} - \left(\frac{V_D + V_S}{L} \right) t.$$

Supposons que le courant à travers l'inductance atteigne zéro après l'intervalle de temps t_{off} , d'où

$$I_{crête} = \left(\frac{V_D + V_S}{L} \right) t_{off}$$

Ce qui nous permet d'exprimer le rapport entre t_{on} et t_{off} dans la relation suivante :

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = \frac{V_S + V_D}{V_e - V_S - V_{sat}} \quad (1)$$

Si on néglige V_{sat} et V_D devant V_S et V_e , on trouvera :

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = \frac{V_S}{V_e - V_S} \quad \text{d'où l'on tire } V_S$$

$$V_S = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} V_e = \frac{t_{on}}{T} V_e$$

Avec $T = t_{on} + t_{off}$ et $\frac{t_{on}}{T}$: le rapport cyclique.

b) calcul des éléments de l'abaisseur

La tension d'entrée $V_e = 15,5 \text{ V}$

La tension de sortie $V_S = 14 \text{ V}$

$I_S = 1 \text{ A}$

$f = 30 \text{ KHZ}$

$$L = \frac{2,5 V_S (V_e - V_S)}{I_S V_e f}$$

$L = 110 \text{ uH}$

$$C = \frac{(V_e - V_S) V_S T^2}{2 V_S V_e L} = \quad [4]$$

La commande du transistor est identique à celle du convertisseur qui alimente le téléviseur décrit.

6.3.2. SYSTEME DE POURSUITE DU POINT DE PUISSANCE MAXIMALE

Il existe sur la caractéristique du panneau une zone où la puissance délivrée est maximale. Pour maintenir le point de fonctionnement dans cette zone, on utilise un comparateur à fenêtre entre V_1 et V_2 comme il est indiqué à la figure I9.

Ce circuit est réalisé à l'aide de deux amplificateurs opérationnels comme il est indiqué sur la figure 20 ($V_1 = 14,5 \text{ V}$ $V_2 = 17 \text{ V}$).

La tension du panneau est appliquée à un diviseur de tension constitué de R_1 et P_1 qui permet de régler les limites du comparateur (V_1 et V_2).

Les résistances R_2 , R_3 et R_4 fixent les références.

Les sorties des 2 O.P sont appliquées à une porte "ET" constitué de D_1 , D_2 et R_5 .

La sortie de cette dernière est appliquée au modulateur du rapport cyclique pour solliciter la charge entre V_1 et V_2 et arrêter la charge en dehors de cet intervalle.

6.3.3. BLOC DE CONTROLE DE CHARGE ET DECHARGE

On a vu au chapitre III que, pour des accumulateurs au plomb, chaque élément fournit une f.e.m; d'environ 2 V qui varie de 1,8 à 2,2 V.

La figure 21 montre les variations de la f.e.m; lors de la charge et la décharge de la batterie.

Lors de la charge, après une croissance de tensions aux alentours de 12,5, et pour une intensité de charge constante, la f.e.m croît lentement de 12,5 à 14 volts environ. Au delà, elle s'élève nettement plus vite, en même temps il y a un dégagement gazeux dans l'électrolyte.

Ce régime est nuisible et la charge doit être stoppée vers les 14,5 V (à 25°C).

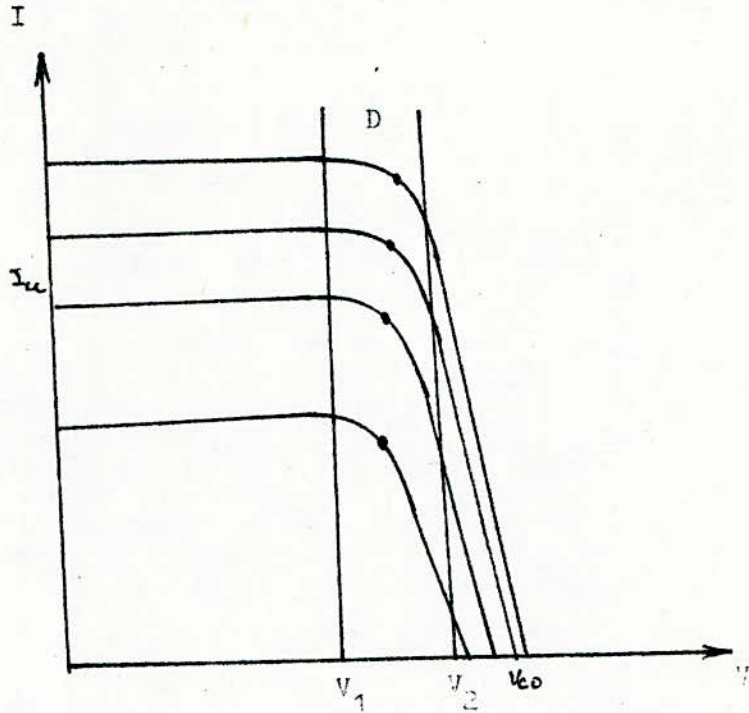


Figure I9 - D = Zone de puissance max. calc.

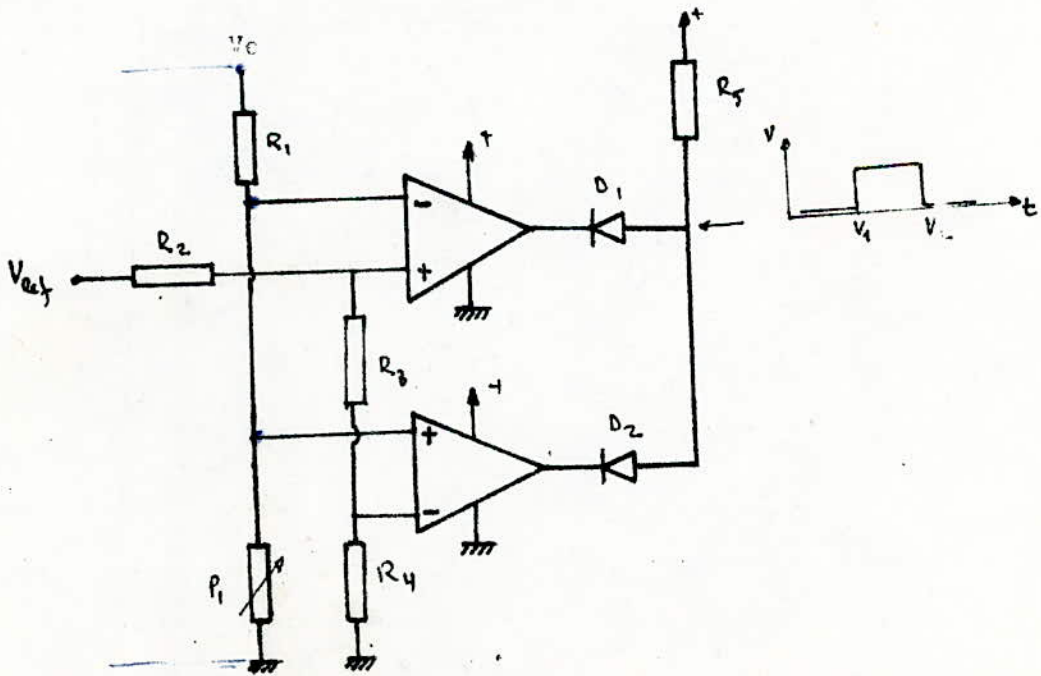


Figure 20 - Comparateur à fenêtre.

Lors de la décharge, la force électromotrice décroît très vite jusqu'à 12 V. Elle se maintient ensuite sensiblement à ce niveau puis, en fin de décharge recommence à diminuer rapidement. Il faut alors couper la décharge, sous peine de provoquer la sulfatation des plaques. Pour cela on utilise 2 comparateurs.

Le premier, compare la tension de charge à une référence, et coupe la charge quand la tension dépasse 14,5 en agissant sur le modulateur du rapport cyclique du convertisseur du chargeur de batterie.

Tandis que le deuxième coupe la décharge quand la tension de la batterie descend en dessous de 11,5. Sa sortie est appliquée à la commande du transistor de puissance de l'alimentation du téléviseur.

6.3.5. ALIMENTATION DES CIRCUITS INTEGRES (figure 22)

La tension seuil du basculement des portes dépend de l'alimentation, comme les multivibrateurs sont réalisés autour des portes, il faut une alimentation stabilisée pour avoir un rapport cyclique indépendant des variations de la tension de la batterie.

On profite de cette alimentation pour tirer les références des comparateurs.

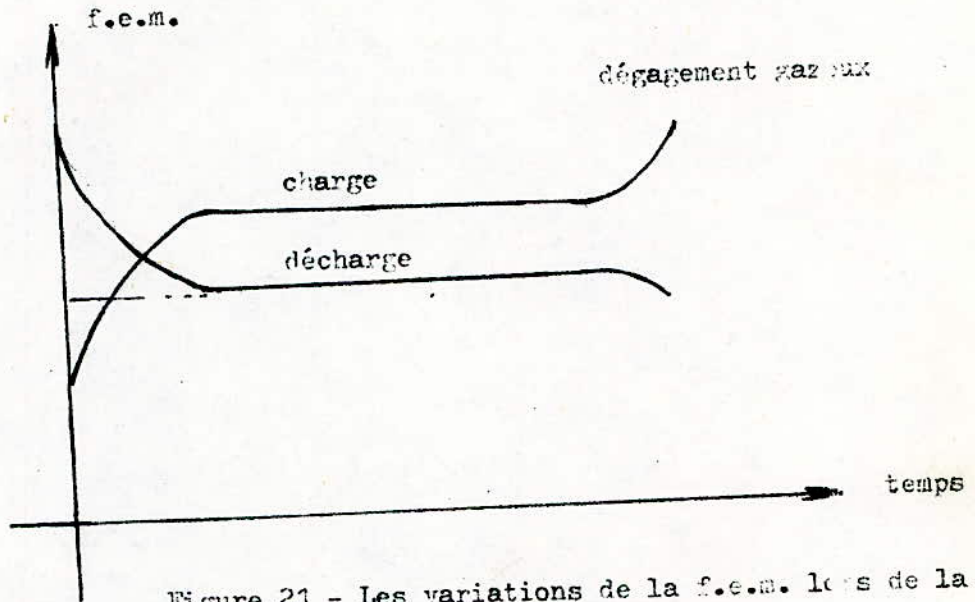


Figure 21 - Les variations de la f.e.m. lors de la charge et la décharge.

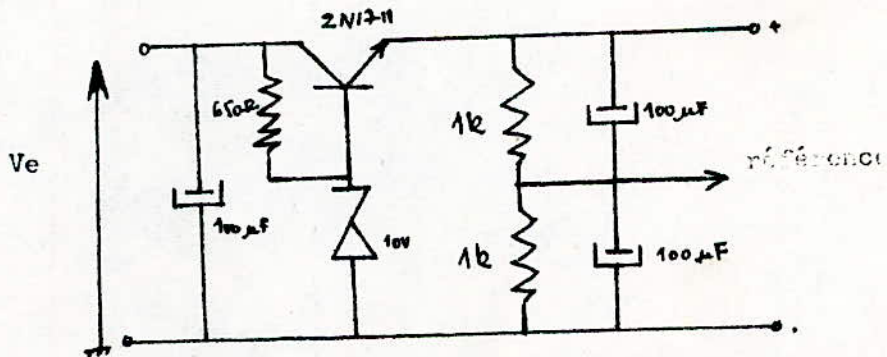
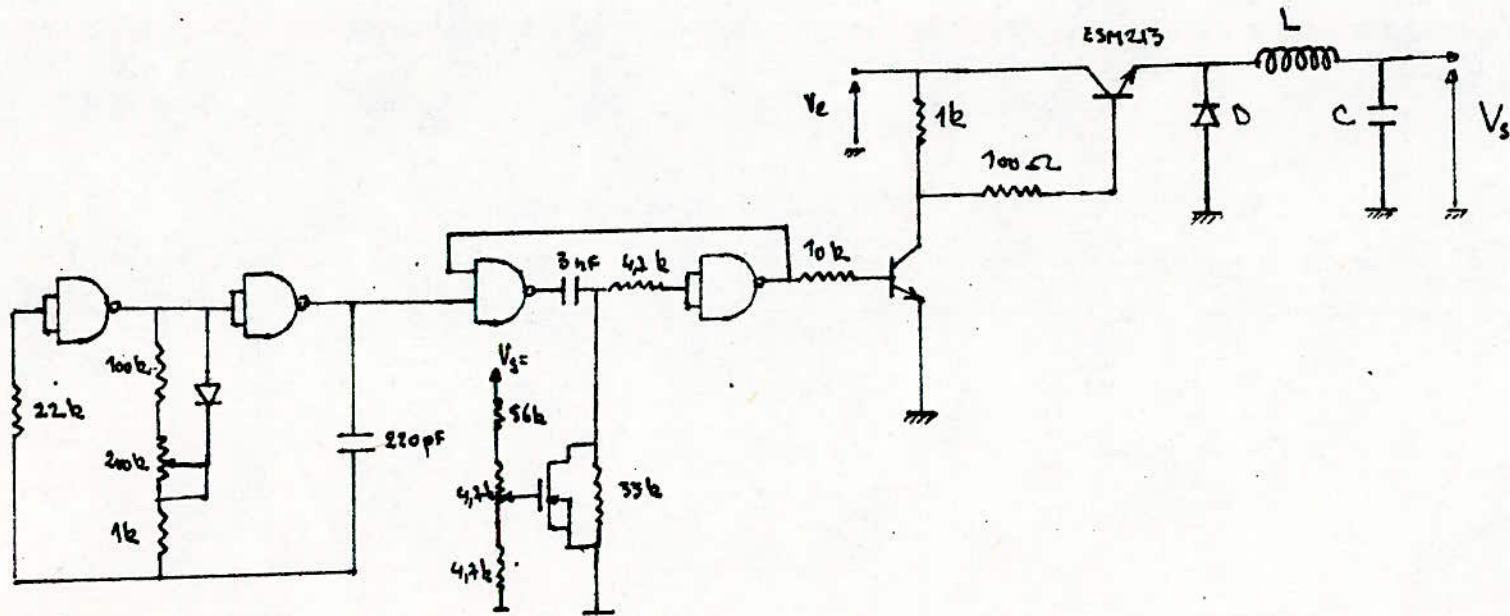
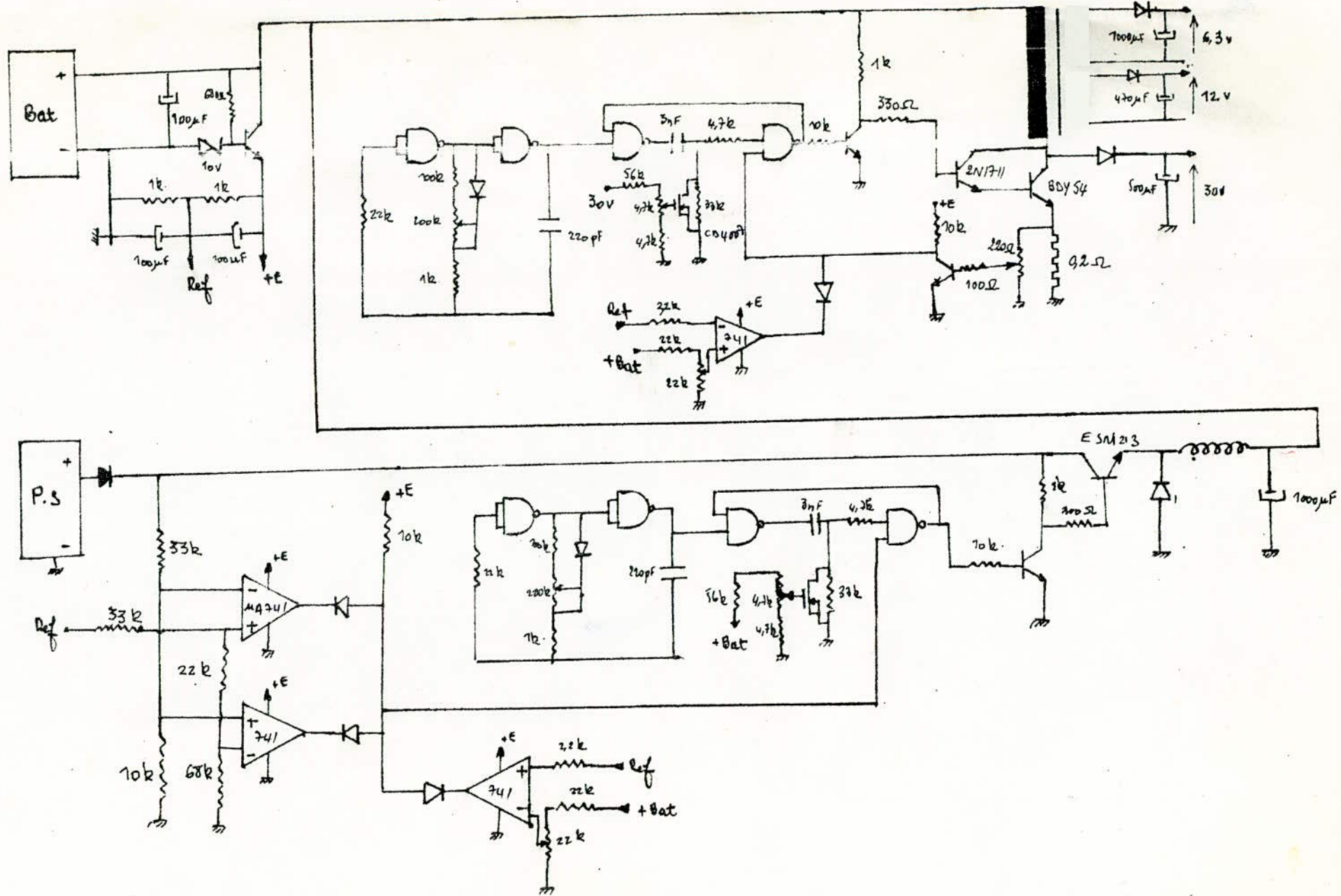


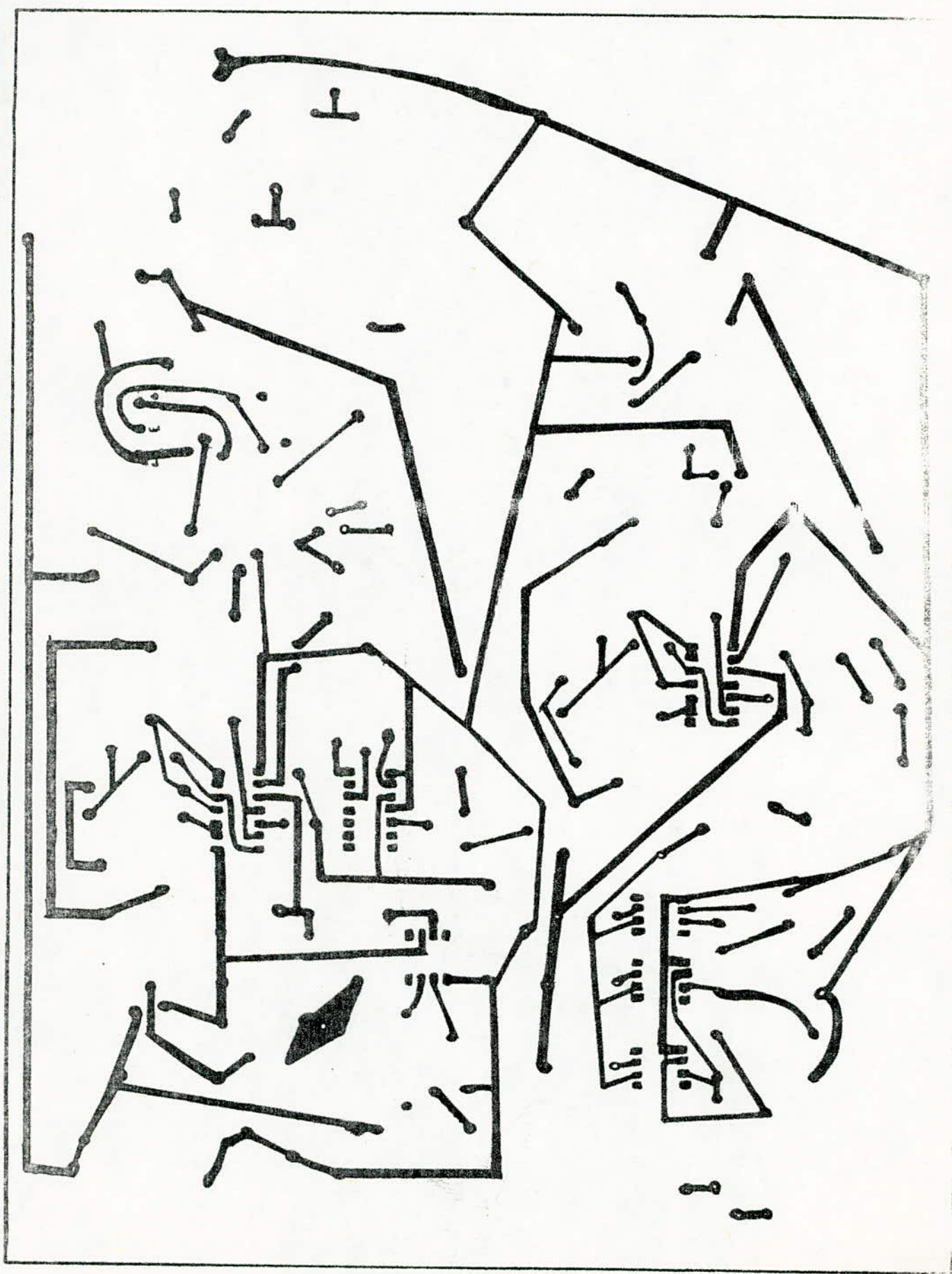
Figure 22 (- L'alimentation des circuits intégrés.

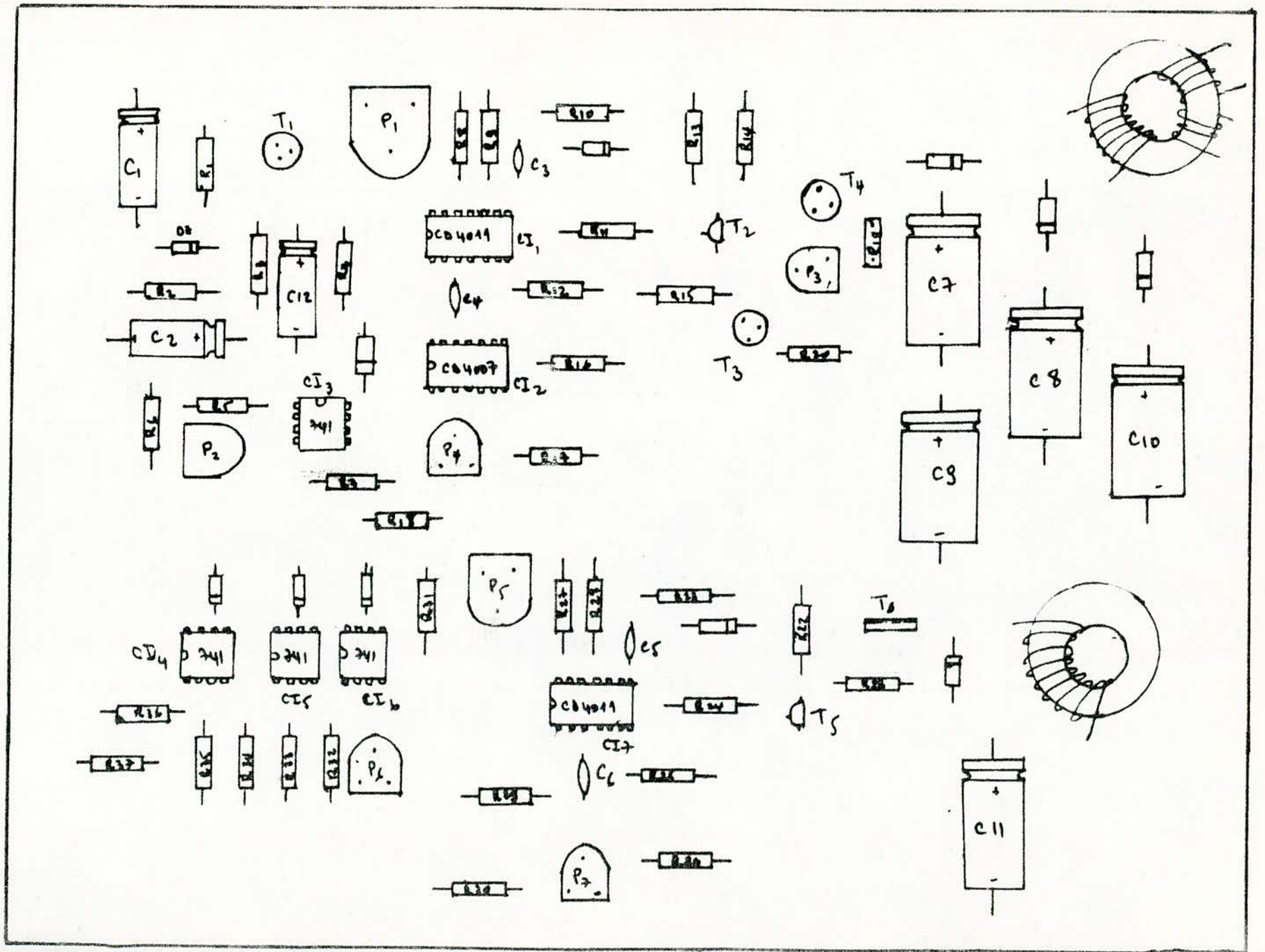


chargeur de batterie



schema general de l'alimentation





NOMENCLATURE

Resistances

$R_1 = 680 \Omega$
 $R_2 = 1k$
 $R_3 = 1k$
 $R_4 = 10k$
 $R_5 = 2.2k$
 $R_6 = 22k$
 $R_7 = 33k$
 $R_8 = 22k$
 $R_9 = 100k$
 $R_{10} = 1k$
 $R_{11} = 10k$
 $R_{12} = 4.7k$
 $R_{13} = 1k$
 $R_{14} = 330 \Omega$
 $R_{15} = 10k$
 $R_{16} = 10k$
 $R_{17} = 56k$
 $R_{18} = 4.7k$
 $R_{19} = 0.2 \Omega$
 $R_{20} = 100 \Omega$
 $R_{21} = 100 \Omega$
 $R_{22} = 1k$
 $R_{23} = 1k$
 $R_{24} = 10k$
 $R_{25} = 4.7k$
 $R_{26} = 4.7k$
 $R_{27} = 2.2k$
 $R_{28} = 100k$
 $R_{29} = 33k$
 $R_{30} = 4.7k$
 $R_{31} = 10k$
 $R_{32} = 22k$
 $R_{33} = 68k$
 $R_{34} = 22k$
 $R_{35} = 10k$
 $R_{36} = 33k$
 $R_{37} = 33k$

Condensateurs

$C_1 = C_2 = C_{12} = 100 \mu F$
 $C_3 = C_4 = C_5 = C_{10} = C_{11} = 1000 \mu F$
 $C_6 = C_7 = 220 pF$
 $C_8 = C_9 = 3 nF$

Transistors

$T_1, T_4 : 2N1711$
 $T_2, T_5 : BC238$
 $T_3 : 2N2222$
 $T_6 : ESM 2113$
 $T_7 : 80YF4 (Monte's sur radiateur)$

Circuits integres

$CI_1, CI_7 : CD4049$
 $CI_2 : CD4007$
 $CI_3, CI_4, CI_5, CI_6 : 741$

CONCLUSION

L'alimentation que nous avons réalisée nous a permis d'apprécier l'importance des convertisseurs à découpage et la simplification qu'ils apportent aux problèmes de dissipation et d'encombrement.

Il semble que l'utilisation d'un V.MOS comme commutateur apporterait une amélioration du rendement et une simplification de la Commande.

C'est pourquoi, nous pensons que le circuit définitif de cette alimentation ne devra être choisi qu'après avoir comparé ces performances dans ces diverses versions.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Haut parleur N° I652 Janvier I980 page 234
RADIO PLAN Juillet I979 Page 70

- 2 - EMPLOI ET CHARGE DES ACCUMULATEURS ELECTRIQUES
R.A. HARVEY DUNOD PARIS I956

- 3 - PROJET DE FIN D'ETUDE
Etude de quelques systèmes Photovoltaïques
Janvier I983

- 4 - RADIO PLAN N° 399 Février I98I Page 74
RADIO PLAN N° 400 Mars I98I Page 48
