



## TRAVAUX DIRIGÉS D'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

### COÛTS DE RÉALISATION

### D'UNE ALIMENTATION À DÉCOUPAGE 24 V - 20 A

---

#### Objectifs du TD :

- vous faire acquérir des connaissances sur
- les composants utilisés en électronique et en électronique de puissance,
  - la lecture et l'exploitation de documents constructeurs,
  - les coûts des composants et de la réalisation de dispositifs,
- et **vous faire travailler en groupe et en partage de tâches.**

#### Prérequis :

notions sur les cartes électroniques.

#### Pièces jointes :

documents constructeurs fournis en annexes.

---

La société TOP POWER SUPPLIES désire mettre en fabrication une alimentation à découpage délivrant 24 V - 20 A à partir du secteur monophasé 230 V. Elle désire calculer le prix de revient d'une série de 1000 alimentations de ce type. La nomenclature est donnée en annexe 1. Des éléments de coûts de fabrication des cartes imprimées sont donnés en annexe 2.

1/ Ventiler le coût matière sur les postes suivants :

- Mécanique : boîtier, visserie, fixations,...
- Thermique : radiateurs, ventilateur,...
- Connectique, fils de liaison,...
- Semi-conducteurs de puissance
- Composants de commande y compris Circuit Imprimé
- Composants passifs de puissance.

- 2/ Calculer le pourcentage de coût de chacun de ces postes sur le total matière.
- 3/ Les classer par ordre de coût décroissant.
- 4/ En implantation et soudure manuelles, calculer le coût de revient d'une résistance (coût matière + coût préparation + coût implantation + coût soudure).
- 5/ Effectuer le même calcul pour une diode Zener.
- 6/ À fonction à remplir égale, est-il plus économique d'utiliser une diode Zener ou 3 résistances (coût matière identique) ? Que peut-on dire de l'incidence du coût matière ?
- 7/ En utilisant une soudure à la vague, quel est le coût de revient asymptotique d'une résistance ?
- 8/ Quelle est l'économie faite sur l'ensemble des résistances pour une alimentation ?
- 9/ À partir de combien de picots par carte la soudure à la vague est-elle rentable par rapport à la soudure manuelle ?
- 10/ Quelle technique de montage choisira-t-on pour la fabrication de cette alimentation ?
- 11/ Quelle stratégie d'entreprise et/ou quelle technique de montage pourraient encore diminuer ce coût ?
- 12/ Quel est le coût global de la carte électronique (fonctions de puissance et de commande) comprenant les circuits imprimés<sup>1</sup> et les composants montés ? On pourra s'aider en utilisant le document donné en annexe 3.
- 13/ Il faut 1 heure pour assembler une alimentation (montage du PCB dans le boîtier, pose du ventilateur, mise en place de la connectique,...) et la tester. Quel est le coût global de la série de 1000 alimentations ?
- 14/ Quel est le coût global d'une alimentation ?
- 15/ Recalculer les pourcentages des différents postes par rapport au coût global d'une alimentation et les classer par ordre d'importance décroissante.
- 16/ Que manque-t-il à l'évaluation ci-dessus pour avoir le prix de vente de l'alimentation ?

---

<sup>1</sup> PCB (Printed Circuit Board) en anglais.

# TOP POWER SUPPLIES

## ANNEXE 1 : NOMENCLATURE DE L'ALIMENTATION 24V - 20A

### Carte de commande

Composant	Nb	Coût unitaire	Coût total
Circuit intégré LM324N DIP14	1	0,18	0,18
Circuit intégré microcontrôleur ST6	1	2,25	2,25
Circuit intégré UC3845N	1	0,31	0,31
Condensateur céramique 200V 1nF 10%	2	0,20	0,40
Condensateur céramique 50V	18	0,02	0,36
Condensateur chimique 25V 100 $\mu$ F radial	1	0,03	0,03
Condensateur chimique 385V 220 $\mu$ F	2	1,78	3,56
Condensateur chimique 50V 470 $\mu$ F radial	3	0,26	0,78
Condensateur chimique 63V 10 $\mu$ F	2	0,03	0,06
Condensateur MKT 63V 100nF 20%	2	0,05	0,10
Condensateur MKT 63V 4,7nF 5%	1	0,04	0,04
Condensateur X2 250V 1 $\mu$ F antiparasitage	1	0,44	0,44
Condensateur Y 250V 4,7nF antiparasitage	3	0,12	0,36
Connecteur 8 points DROIT CI	1	0,14	0,14
Consommable (ensemble)	1	0,91	0,91
CTN 10 K 10%	1	0,15	0,15
CTN disque 2 $\Omega$ 5 3W	1	0,48	0,48
Diode 1A 400V fast	2	0,15	0,30
Diode double 30A 200V FAST	1	0,88	0,88
Diode 50V 6A	2	0,24	0,48
Diode BAS 32L	7	0,02	0,14
Diode BYD 77 D	2	0,14	0,28
Diode double BYW 51 200	1	0,43	0,43
Diode Zener 30V 500mW	1	0,03	0,03
Écrêteur ZnO (Varistance)	1	0,89	0,89
Optocoupleur	2	0,39	0,78
PCB sécable	1	3,51	3,51
Pont de diodes 4A 600V	1	0,51	0,51
Quartz 4 MHz HC18U	1	0,27	0,27
Radiateur profilé	1	5,26	5,26
Radiateur pour pont de diode d'entrée	1	0,34	0,34
Résistance ¼ W	21	0,01	0,21
Self surmoulée 30A	1	5,34	5,34
Self de mode commun	1	2,64	2,64
Shunt 6,8 m $\Omega$ 1,5 W	3	0,25	0,75
TMOS 0,4 $\Omega$ 500V	2	4,70	9,40
Transfo de courant HF	1	1,60	1,60
Transfo d'impulsion	1	1,56	1,56
Transfo HF 20A	1	9,91	9,91
Transistor 2N2222 TO92	1	0,04	0,04
Transistor BSR14	5	0,04	0,20
Transistor BSR16	2	0,06	0,12
Transistor NPN 1,5A 45V hFE 40 TO 126	1	0,23	0,23
Total matière			56,65 €



## ANNEXE 2 : ÉLÉMENTS DE COÛTS DE FABRICATION

Note : tous les calculs sont faits en "secondes opérateur". Pour le site de production en France, le taux de facturation est de 25 €/heure.

### **Décomposition des opérations**

#### **Préparation du poste de travail**

Mise en route forfaitaire, qu'il y ait dix cartes ou mille de la même série.  
Pour l'alimentation 24 V – 20 A, il faut compter 3 heures.

Ce temps permet d'organiser le poste de travail, d'aller chercher les composants en stock, de charger les machines à distribuer,...

#### **Préparation des composants**

Il faut préparer les composants (mise en forme : plier et/ou couper les pattes,...) : 2 secondes

#### **Implantation des composants**

Durée type d'implantation :

- Résistances, diodes signal,... : 4 secondes
- Condensateurs, diodes de puissance, transistors,... : 6 secondes
- Circuits intégrés, connecteurs, gros composants : 1 seconde par broche

#### **Soudure manuelle d'éléments**

Compter 6 secondes par soudure.

#### **Soudure à la vague**

Le cycle de vague prend environ 6 minutes. Pour l'alimentation 24 V – 20 A, on passe deux cartes par cycle.

La retouche après vague nécessite 1 seconde par picot pour le contrôle visuel des soudures. Compter 10 % de retouches et 4 secondes par retouche, soit 1,4 seconde par picot.

#### **Pose manuelle d'éléments**

Les composants qui ne passent pas à la vague doivent être posés après la vague et soudés à la main. Il faut compter en moyenne une dizaine de secondes de pose, mais ce temps peut être très variable selon le composant concerné.

#### **Test**

Dépend totalement du type de test souhaité et de l'existence ou non d'un banc de test automatique.

#### **Achats**

Frais de gestion des achats : 10 % .

# TOP POWER SUPPLIES

## ANNEXE 3 :

### GRILLE D'ÉVALUATION (ALIMENTATION 24V - 20A)

Composant	Nb	Nombre de picots par composant	Nombre total de picots	Nombre de composants à préparer	Temps d'implantation par composant	Temps d'implantation total
Circuit intégré LM324N DIP14	1					
Circuit intégré microcontrôleur ST6	1	20				
Circuit intégré UC3845N	1	8				
Condensateur céramique 200V 1nF 10%	2					
Condensateur céramique 50V	18					
Condensateur chimique 25V 100µF radial	1					
Condensateur chimique 385V 220µF	2					
Condensateur chimique 50V 470µF radial	3					
Condensateur chimique 63V 10µF	2					
Condensateur MKT 63V 100nF 20%	2					
Condensateur MKT 63V 4,7nF 5%	1					
Condensateur X2 250V 1µF antiparasitage	1					
Condensateur Y 250V 4,7nF antiparasitage	3					
Connecteur 8PTS M DROIT CI	1					
Consommable (ensemble)	1					
CTN 10 K 10%	1					
CTN dis que 2Q5 3W	1					
Diode 1A 400V fast	2					
Diode double 30A 200V FAST	1	3				
Diode 50V 6A	2					
Diode BAS 32L	7					
Diode BYD 77 D	2					
Diode double BYW 51 200	1	3				
Diode Zener 30V 500mW	1					
Écrêteur ZnO (Varistance)	1					
Optocoupleur	2					
PCB sécable	1					
Pont de diodes 4A 600V	1					
Quartz 4 MHz HC18U	1					
Radiateur profilé	1					
Radiateur TO220	1					
Résistance ¼ W	21					
Self surmoulée 30A	1					
Self de mode commun	1					
Shunt 6,8 mΩ 1,5 W	3					
TMOS 0,4W 500V	2					
Transfo de courant HF	1	8				
Transfo d'impulsion	1	4				
Transfo HF	1	19				
Transistor 2N2222 TO92	1					
Transistor BSR14	5					
Transistor BSR16	2					
Transistor NPN 1,5A 45V hFE 40 TO 126	1					
Totaux						