

Charge électronique réglable de 0,2A à 9,99A 60W
Et testeur de la capacité d'une batterie.
Tests d'une batterie de secours (Power Bank)



Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

<http://f6kgl.f5kff.free.fr>

Réalisé par F4FPS (Gérard) pour le Radio-Club.

Malgré le soin apporté à la rédaction de ce document, l'auteur n'est pas responsable des conséquences entraînées par les erreurs, inexactitudes ou maladroites rencontrées dans ce document. Merci de remonter vos remarques constructives et mises à jour.

Version du document

Version	Date	Commentaires
1.0	01/09/2016	1 ^{ère} Version finalisée : une charge électronique réglable de 0,2A à 9,99A d'une puissance maximale de 60W et testeur de capacité de batterie. Utilisation pour tester une batterie de secours (Power Bank de 1800mAh 5V).

I. Présentation de l'objet du document

Ce document décrit une charge électronique réglable et disposant de la fonction « mesure de la capacité d'une batterie » achetée sur Internet pour une somme modique (< 20€ ≈ à peine supérieure à celui d'une résistance de puissance équivalente (60W)). La deuxième partie du document montre les tests réalisables sur une batterie de secours (Power Bank 1800 mAh / 5V) en vue d'être insérée dans des équipements de mesure portables.

Certains pourront se poser la question de son utilité ? D'autres « c'est quoi cette bête là et ça mange quoi l'hiver !!!

Tout appareil électrique a besoin (en général) d'une (de) source(s) d'énergie continue pour fonctionner, elle peut être fournie par une pile, une batterie (accu), un panneau solaire ou une alimentation stabilisée (ou non). **Le bon fonctionnement de l'appareil (surtout ceux disposant d'une grande sensibilité) dépend très étroitement de sa source d'énergie qui est souvent négligée.** Aussi quoi de plus intéressant que de vérifier les caractéristiques les plus importantes de cette source d'énergie dans les limites fixées par le constructeur telles que :

- le courant maximum délivré,
- la stabilité de la tension fournie :
 - en fonction du courant débité,
 - en fonction des variations de la tension secteur (si c'est le cas),
 - en fonction de la température,
 - dans le temps,
- la résistance interne statique et dynamique,
- le niveau d'ondulation et du bruit à la sortie,
- la limitation du courant et les sécurités en cas de court-circuit et sur tension.

Pour effectuer quelques tests sommaires nous avons tous au moins une fois utilisé une résistance de puissance ou une ampoule de voiture mais cette technique avait l'inconvénient de ne pas pouvoir tester la source d'énergie avec le courant souhaité à la tension imposée (sauf à disposer d'une quantité suffisante de résistances de puissance).

C'est pourquoi il est très utile d'avoir un dispositif électronique réglable qui permet de tester les sources d'énergie telle la charge électronique réglable en vérifiant les principales caractéristiques. Son prix dépend des fonctions offertes et de la puissance absorbée et peut varier de quelques dizaines d'euros à plusieurs milliers.

Exemple d'une charge électronique professionnelle EDL-250 :

Elle est gérée par un système d'exploitation AmiBios/Caldera DOS qui affiche sur un écran LCD les paramètres de réglage et les graphes des mesures.

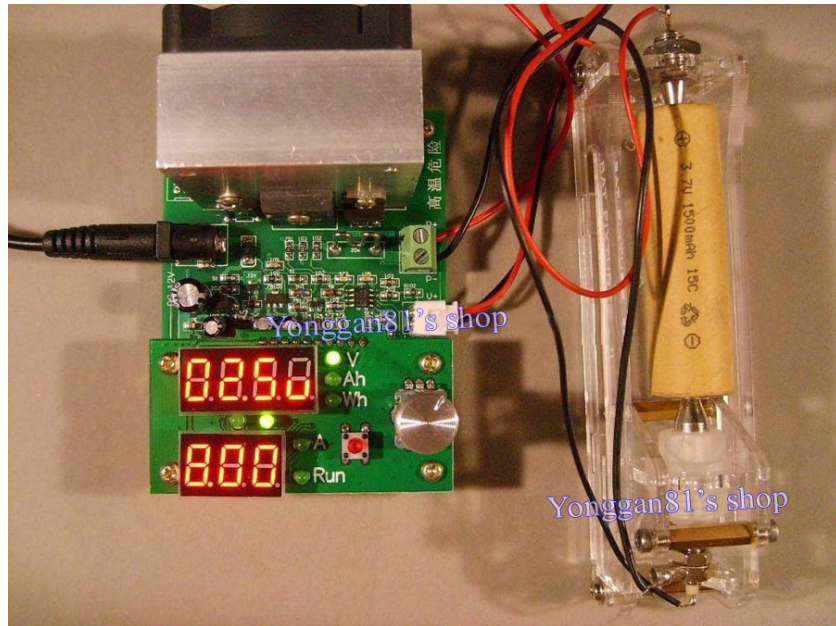
Caractéristiques maximales : 250 W, 60 V, 30A,



II. Description de l'appareil considéré ici

Ce matériel acheté sur le Net pour environ 20 euros en 2016 remplit 2 fonctions :

1. **Fonction 1** → Charge électronique d'une puissance maximale de 60W pour tester les alimentations stabilisées (ou non) dont le courant est réglable d'une intensité de 0,2A à 9,99A avec une tension minimale de seuil réglable jusqu'à 30 V. Affichage de l'intensité du courant de décharge et de la tension.
2. **Fonction 2** → Testeur/mesureur de la capacité d'une batterie avec un courant de décharge réglable de 0,2A à 9,99A jusqu'à une tension de seuil minimale réglable jusqu'à 30 V. Affichage de l'intensité du courant de décharge et de manière alternée de la tension aux bornes de la batterie, la capacité en Ampère x heure et l'énergie fournie en Watt x heure.



Cet appareil nécessite d'être alimenté par une source d'environ 12V (11V à 14V) avec une intensité minimale de 500 mA. L'alimentation s'effectue grâce à la prise jack femelle installée sur la partie gauche du circuit imprimé principal. Si l'alimentation utilisée ne satisfait pas les prérequis l'afficheur du haut indique → Err6.

III. Caractéristiques

Courant de décharge :

- réglable de 0,2A à 9,99A par pas de 0,1A ou 0,01A.
- erreur maximale de 0,7% +/-0,01A

Tension de décharge minimale :

- réglable de 1V à 30V par pas de 1V ou 0,1V.
- erreur maximale de 1% +/-0,02v

Puissance maximale :

- 60W
- Limitation automatique du courant de décharge dans le respect de la puissance maximale (60W, par exemple 9,99A et une tension de 6V ou 3A et une tension de 20V).

Ventilateur :

- Contrôle automatique de la vitesse en fonction de la température du radiateur.

Protections contre :

- Surchauffe : « otP »,
- Surtension : « oPP »,
- Inversions des polarités (par diodes),
- Alimentation hors normes.

Dimensions :

- Longueur : 100 mm
- Largeur : 70 mm

- Hauteur : 57 mm (ventilateur 12 mm au-dessus du circuit imprimé des afficheurs).

IV. Mode d'emploi

La sélection de la fonction : **Function 1 (charge électronique) ou Function 2 (testeur de la capacité d'une batterie)** s'effectue en maintenant enfoncé le bouton rouge marqué Run (Start/Stop) pendant la mise sous tension de l'alimentation. L'afficheur du haut indique Func1 (fonction 1) ; pour sélectionner la fonction 2 tourner le bouton de l'encodeur mécanique jusqu'à faire apparaître Func2 puis appuyer sur le bouton de l'encodeur.

bEon s'affiche alors indiquant que le Buzzer est actif ; pour le désactiver tourner le bouton de l'encodeur jusqu'à l'affichage de bEoF, valider ce choix en appuyant sur bouton de l'encodeur. Il est préférable de garder l'option Buzzer actif.

1. Charge électronique : Fonction 1

Sélectionner la fonction 1 « charge électronique » pour le test d'une alimentation stabilisée (ou non) (voir la procédure ci-dessus).

Connecter la charge électronique à l'alimentation en reliant par un fil de section suffisante (rouge) la borne sérigraphiée P+ du connecteur vert à 2 vis situé sur la droite à la borne + de l'alimentation puis par un fil (noir) la borne sérigraphiée P- du connecteur vert à 2 vis à la borne – de l'alimentation. Faire attention de ne pas intervertir les fils (même si une protection par diode existe).

Vérifier que le led verte sérigraphiée A est allumée (sinon appuyer sur le bouton de l'encodeur jusqu'à l'allumage de la led marquée A) : régler l'intensité du courant à faire débiter par l'alimentation en tournant le bouton de l'encodeur mécanique jusqu'à la valeur souhaitée (la led gauche entre les 2 afficheurs est allumée pour indiquer que le réglage s'effectue par tranche de 100mA) puis appuyer sur le bouton de l'encodeur, la led droite entre les 2 afficheurs s'allume indiquant la possibilité de régler l'intensité par pas de 10mA.

Vérifier que le led verte sérigraphiée V est allumée (sinon appuyer sur le bouton de l'encodeur jusqu'à l'allumage de la led marquée V) : régler la tension minimale d'arrêt de la mesure en tournant le bouton de l'encodeur mécanique jusqu'à la valeur souhaitée (la led gauche entre les 2 afficheurs est allumée pour indiquer que le réglage s'effectue par pas de 1V) puis appuyer sur le bouton de l'encodeur, la led droite entre les 2 afficheurs s'allume indiquant la possibilité de régler la tension minimale par pas de 100mV.

Dès que les valeurs de l'intensité et de la tension sont correctes lancer le test en appuyant sur le bouton Rouge « Run ». L'intensité du courant peut être modifiée pendant le test. Pour arrêter le test appuyer sur le bouton rouge « Run/Stop ».

Vérifier avec un multimètre numérique que la tension et l'intensité du courant affichées par l'appareil sont dans les tolérances. Dans notre cas l'intensité et la tension affichées sont dans les tolérances.

2. Testeur de la capacité d'une batterie : Fonction 2

Sélectionner la fonction 2 pour mesurer la capacité d'une batterie (voir la procédure correspondante ci-dessus).

Vérifier que le led verte sérigraphiée A est allumée (sinon appuyer sur le bouton de l'encodeur jusqu'à l'allumage de la led marquée A) régler l'intensité du courant à faire débiter par la batterie en tournant le bouton de l'encodeur mécanique jusqu'à la valeur souhaitée (la led gauche entre les 2 afficheurs est allumée pour indiquer que le réglage s'effectue par pas de 100mA) puis appuyer sur le bouton de l'encodeur, la led droite entre les 2 afficheurs s'allume indiquant la possibilité de régler l'intensité par pas de 10mA. L'intensité du courant peut être modifiée pendant le test.

Vérifier que le led verte sérigraphiée V est allumée (sinon appuyer sur le bouton de l'encodeur jusqu'à l'allumage de la led marquée V) régler la tension minimale d'arrêt de la mesure de la capacité de la batterie en tournant le bouton de l'encodeur mécanique jusqu'à la valeur souhaitée (la led gauche entre les 2 afficheurs est allumée pour indiquer que le réglage s'effectue par pas de 1V) puis appuyer sur le bouton de l'encodeur, la led droite entre les 2 afficheurs s'allume indiquant la possibilité de régler la tension minimale par pas de 100mV.

Dès que les valeurs de l'intensité et de la tension sont correctes lancer le test en appuyant sur le bouton Rouge « Run ». L'intensité du courant peut être modifiée pendant le test.

La mesure s'arrête manuellement en appuyant sur le bouton rouge « Run/Stop » ou lorsque la tension de seuil minimale est atteinte et indiquée par l'activation du Buzzer (si l'option est activée) et l'affichage de tirets sur l'afficheur du bas. Pour arrêter le buzzer, appuyer sur le bouton de l'encodeur et pour afficher les valeurs finales de la capacité en Ah et l'énergie en Wh tourner le bouton de l'encodeur.

Remarques : ne pas confondre la capacité d'un accumulateur exprimée en Ah et l'énergie emmagasinée/restituée en Wh.

La capacité représente la quantité de courant que peut délivrer l'accumulateur pendant une période de temps à sa tension nominale (par exemple 3,6 V pour un accu Li-Io).

La quantité d'énergie emmagasinée (ou restituée au rendement près) est obtenue en multipliant la capacité par la tension nominale, par exemple pour un accumulateur Li-Ion d'une capacité 1800mAh on peut espérer une énergie de $3,6 \text{ V} \times 1,8 \text{ A} = 6,48 \text{ Wh}$ environ.

V. Tests d'une « batterie de secours »

Photo de présentation de la « batterie de secours » :

- une au complet avec son câble USB,
- une autre démontée permettant de visualiser les divers éléments.



Cette « batterie de secours » (Lithium Ion) d'une capacité de 1800mAh et d'une tension de 5V a été achetée en grande surface en septembre 2016 pour environ 5 euros (avec son câble USB). Elle est pratique puisqu'elle se démonte facilement et permet d'atteindre l'accumulateur pour effectuer des tests directs sur celui-ci. Le circuit imprimé comporte un circuit intégré (marqué 5900B) qui gère à la fois la charge de l'accumulateur (avec détection de fin de charge) et l'alimentation à découpage de type boost pour passer de la tension de 3,6V de l'accumulateur à une tension de sortie de 5V. Le circuit intégré coupe la sortie lorsqu'il détecte que la tension minimale de l'accumulateur est atteinte. A priori le circuit intégré ne gère pas les 2 fonctions à la fois. On retrouve sur la batterie de secours de 3600 mAh le même circuit intégré sur quasiment le même circuit imprimé.

A noter : une des batteries de secours neuve avait une défaillance, le circuit intégré ne détectait pas la fin de charge, résultat l'accumulateur s'est mis en surchauffe et a fait fondre le boîtier en plastique (risque d'incendie)→ d'où le conseil de ne charger les accumulateurs que lorsqu'on est présent. Ce conseil vaut aussi pour des smartphones de marques réputées valant 500 à 600 Euros !!!

Deux autres Power Bank, après quelques utilisations ne parvenaient plus à charger l'accumulateur (tension restant à 0V).

Les accumulateurs défectueux ont été échangés.

Les autres fonctionnent toujours bien.

Les tests effectués sont de 2 types :

- En tant qu'alimentation de 5V,
- En tant que batterie.

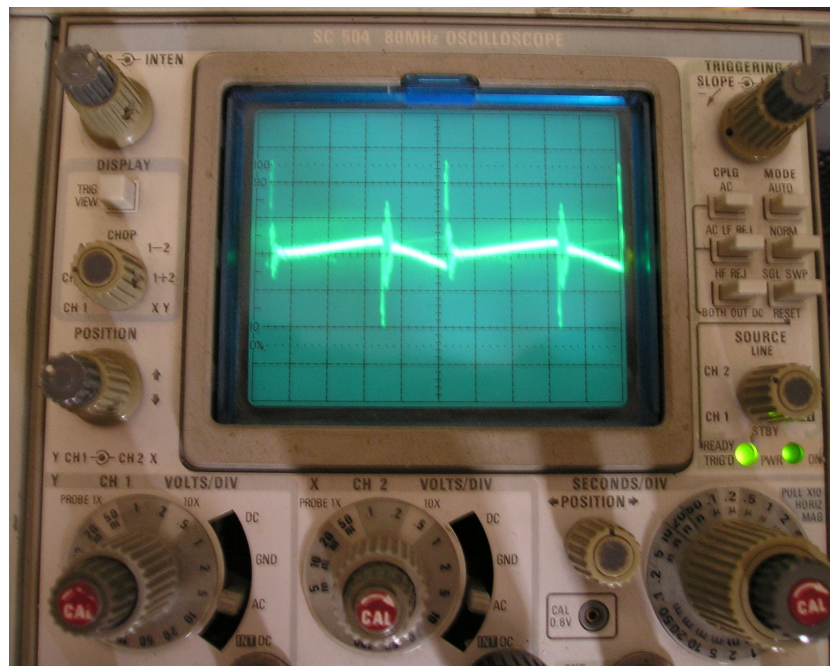
1. Tests de la « batterie de secours » en tant qu'alimentation

Avant d'effectuer le test, il est intéressant de se fabriquer un câble USB A à partir d'un câble du commerce en récupérant la prise souvent moulée et remplacer les fils existants par des fils de plus grosse section avec la possibilité de le réaliser en quatre fils pour une mesure précise de la tension offerte par l'appareil.

L'appareil testeur est réglé sur la fonction 1 avec une intensité débitée de 500mA et une tension de seuil minimale de 4,7 V.

Les tests consisteront à observer à l'oscilloscope l'ondulation de la tension de sortie et de la batterie puis le temps de décharge jusqu'à l'arrêt par détection de la tension du seuil minimal atteinte ou de la coupure de la tension de sortie par le circuit intégré de la batterie de secours.

a. Oscillogramme de la tension de sortie :



L'oscillogramme de la tension sortie de la batterie de secours (1800mAh 5V) débitant un courant d'une intensité de 500mA montre :

- Une période de découpage de 1us soit une fréquence de 1 MHz,
- Une ondulation d'environ 225 mV crête à crête,
- Des pics de commutation du (des) transistor(s) de sortie du circuit intégré lors du passage du mode off → on et inversement on → off et les phases de charge (de la capacité de sortie à travers l'inductance) et de décharge.

La fréquence de découpage de 1 MHz permet de diminuer de façon importante la taille des éléments telles que l'inductance et la capacité de filtrage. Pour l'utiliser sur un montage analogique sensible il sera préférable de rajouter un filtre passe-bas inductance/capacité, par contre pour un appareil de type « numérique » cela ne

devrait pas poser de problème. Il serait par contre intéressant de faire des relevés de rayonnement électromagnétique pour une utilisation avec des appareils sensibles.

L'ondulation au niveau de la batterie montre surtout des pics d'environ 150 mV lors de la commutation du transistor de sortie du circuit intégré de l'état off → on et de on → off.

D'autres tests effectués avec des courants d'intensité 300 mA et 1A ont montré que :

- la fréquence de découpage reste la même (1Mhz),
- la forme des phases de charge/décharge reste identique mise à part la durée (la durée de charge augmentant en fonction de l'intensité débitée),
- l'amplitude de l'ondulation en sortie augmente en fonction du courant débité et de l'état de charge de la batterie :
 300 mA : ondulation 130 mV crête à crête,
 500 mA : ondulation 225 mV crête à crête,
 1A : ondulation 300 mV crête à crête.

b. Tableau récapitulatif de la décharge de la « batterie de secours »

Intensité	Temps	Tension	Capacité	Energie
500 mA	30 mn	4,97 V	0,245 Ah	1,234 Wh
	1 h	4,97 V	0,497 Ah	2,488 Wh
	2 h	4,96 V	1 Ah	4,985 Wh
	2 h 40 fin (1)	4,96 V	1,303 Ah	6,479 Wh
1 A	30 mn	4,84 V	0,496 Ah	2,421 Wh
	55 mn fin (1, 2)	4,84 V	0,886 Ah	4,294 Wh
300 mA	2 h 30	5,00 V	0,750 Ah	3,766 Wh
	4 h 20 (1)	5,00 V	1,306 Ah	6,540 Wh

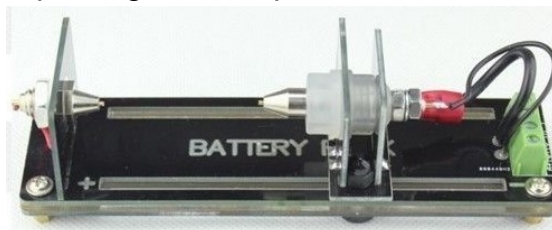
Notes :

- (1) l'arrêt du test s'est effectué lorsque la « batterie de secours » a coupé la tension de sortie (détection de tension minimale atteinte pour l'accumulateur).
- (2) Un test a été relancé (juste après) avec une intensité de décharge de 500 mA qui a rajouté une capacité de 0,283 Ah et 1,396 Wh au résultat précédent.

Remarques : les mesures effectuées ci-dessus montrent que les caractéristiques mentionnées par le fabricant sont respectées et que ce type de batterie de secours, vu son prix, est intéressant pour alimenter des appareils de mesure portables même avec des écrans LCD retroéclairés qui consomment souvent moins de 100 mA (retroéclairage activé).

2. Test direct de l'accumulateur

Au préalable, préparer un dispositif permettant de brancher 2 fils aux bornes de l'accumulateur, par exemple en se débarrassant du circuit imprimé d'origine pour le remplacer par un petit circuit imprimé avec 2 fils de sortie ou acheter directement sur Internet un dispositif adéquat réglable tel que ci-dessous.



Le test s'effectue avec une intensité du courant débité de 300 mA et une tension de seuil minimal de 3 V.

Tableau des mesures

Intensité	Temps	Tension	Capacité	Energie
300 mA	Début	4,12 V	0,000 Ah	0,000 Wh
	30 mn	4,03 V	0,150 Ah	0,616 Wh
	2 h	3,78 V	0,600 Ah	2,363 Wh
	3 h	3,63 V	0,900 Ah	3,474 Wh
	6 h	3,4 V	1,800 Ah	6,652 Wh
	Fin \approx 7h	3,00 V	2,083 Ah	7,590 Wh

3. Tableau des caractéristiques des accumulateurs

Type	Tension nominale	Tension mini de décharge	Tension maxi pendant la charge
Plomb Pb	2,0 V	1,7 V	2,35 V
Nickel-Cadmium Ni-Cd	1,2 V	0,85 V	1,60 V
Nickel-Hydrure de Métal Ni-Mh	1,2 V	1,0 V	1,60 V
Lithium-Ion Polymère Li-Po	3,7 V	3,0 V	4,20 V
Lithium-Ion Li-Io	3,6 V	2,7 V	4,10 V
Lithium-Poly phosphate fer Li-Io	3,3 V	2,0 V	3,6 V

VI. Test d'une alimentation stabilisée

Il est possible de réaliser quelques tests sur une alimentation stabilisée du commerce ou « réalisation maison » :

- Mesure de la tension de sortie et de son ondulation en fonction de cette tension et de l'intensité du courant débité (par exemple pour trois types d'intensité par rapport à l'intensité maximale que peut délivrer l'alimentation : 1/10, 1/2, le maximum) en fonction du courant débité,
- Le déclenchement de la limitation du courant en fonction des réglages (courant et tension).

Ici le test est effectué sur une ancienne alimentation stabilisée Tektronix PS503A avec ses « composants d'origine » !!

Photo du rack Tektronix TM504 et des modules SC504 (oscilloscope 80 MHz de bande passante) et PS503A (module d'alimentation triple : 2 x 20 V 1A et 5V 1A (inséré dans le compartiment High Power du rack)).



1. Mesures de la tension de sortie et son ondulation

Les mesures ont été effectuées sur l'alimentation n°1 de 20 V 1A réglée sur une tension de 20 V avec la limitation de l'intensité du courant mise au maximum puis sur l'alimentation n°3 de 5 V 1A:

Tableau des mesures

Alimentation	Intensité	Tension	Ondulation C/C
Alim n°1 20 V 1A	200 mA	20,08 V	2 mV
	500 mA	20,05 V	3 mV
	1 A	20,01 V	5 mV
Alim n°1 20 V 1A	200 mA	10,10 V	2 mV
	500 mA	10,09 V	3 mV
	1 A	10,08 V	4 mV
Alim. n°3 5V 1A	1A	4,96 V	5mV

a. Résistance interne statique mesurée aux bornes de sortie

Elle est déduite des mesures ci-dessus de la manière suivante, en notant la tension et l'intensité du courant pour une mesure et faire la différence entre deux mesures (voir ci-dessous) :

$$R_{\text{interne}} = \frac{V_1 - V_2}{I_1 - I_2} \quad \text{par exemple pour l'alim. N°1 } R_{\text{interne}} = \frac{20,05 - 20,01}{1 - 0,5} = 0,08 \, \Omega$$

b. Vérification de la limitation de courant

On règle la limitation de l'intensité du courant au maximum sur l'alimentation n°1 et on fait débiter un courant que l'on augmente jusqu'à ce que la tension de sortie « décroche » et on note cette valeur de l'intensité. Dans notre cas, l'alimentation n°1 décroche vers 1,2 A et l'alimentation n°3 réalisée avec un régulateur intégré LM7805 décroche vers 1,7A. On peut réaliser d'autres tests pour différents réglages de la limitation de courant.

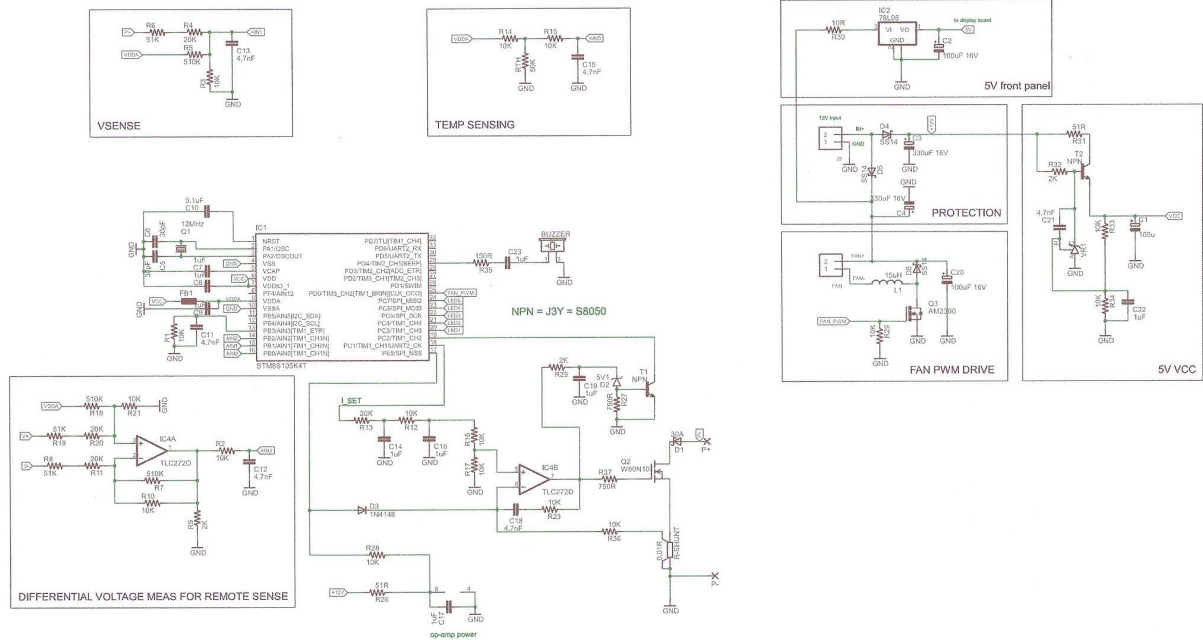
c. Tests dynamiques

Les tests dynamiques n'ont pas pu être effectués avec ce type de charge électronique qui ne dispose pas de cette fonction.

Les tests dynamiques sont très intéressants pour vérifier le comportement d'une alimentation (stabilisée) à des appels de courant variant plus ou moins rapidement dans le temps (à des fréquences différentes (10 Hz, 100 Hz, 1kHz et 10 kHz)) et de différentes formes (sinusoïdal, triangle ou carré). Sur des alimentations stabilisées mal conçues la boucle de régulation « perd le contrôle » pendant une fraction de seconde et génère des parasites qui peuvent endommager l'appareil.

Les différentes mesures ci-dessus permettent de noter que l'ancien matériel Tektronix était d'une très bonne qualité et qui tient dans le temps.

VII. Schéma (réalisé par Voltlog par rétro ingénierie)



Reverse engineered dummy load schematic

Warning! Might contain errors!

www.voltlog.com	
TITLE: untitled	REV: 1
Document Number:	
Date: not saved	Sheet: 1/1

VIII. Conclusion :

La charge électronique réglable est bien utile pour un coût minime (à peine supérieur à celui d'une résistance de puissance équivalente).

On peut cependant regretter sur ce modèle :

- la puissance maximale dissipable limitée à 60 W,
- l'intensité du courant limitée à environ 10 A,
- la présentation alternée des données lors du test de la capacité d'une batterie qui aurait pu être évitée par l'emploi d'un écran LCD,
- l'absence de test dynamique d'une alimentation,
- l'absence d'une liaison USB pour l'envoi des données vers un ordinateur pour obtenir des graphiques.

La Power Bank 1800 mAh 5V est bien pratique et peu onéreuse (< 5€ câble USB compris) mais elle manque de fiabilité (voir la note) mais à ce prix là on ne peut pas demander « monts et merveilles » et en cas de panne on peut toujours récupérer le câble USB et les connecteurs USB, le boîtier, etc ...

Table des matières

I.	Présentation de l'objet du document	3
II.	Description de l'appareil considéré ici	4
III.	Caractéristiques.....	5
IV.	Mode d'emploi	6
1.	Charge électronique : Fonction 1	6
2.	Testeur de la capacité d'une batterie : Fonction 2.....	7
V.	Tests d'une « batterie de secours »	8
1.	Tests de la « batterie de secours » en tant qu'alimentation	9
a.	Oscillogramme de la tension de sortie :.....	9
b.	Tableau récapitulatif de la décharge de la « batterie de secours »	10
2.	Test direct de l'accumulateur.....	11
3.	Tableau des caractéristiques des accumulateurs.....	11
VI.	Test d'une alimentation stabilisée	12
1.	Mesures de la tension de sortie et son ondulation.....	12
a.	Résistance interne statique mesurée aux bornes de sortie.....	13
b.	Vérification de la limitation de courant	13
c.	Tests dynamiques.....	13
VII.	Schéma (réalisé par Voltlog par rétro ingénierie)	14
VIII.	Conclusion :	14