

REALISER UN ENSEMBLE DE TV MECANIQUE: POURQUOI PAS ?

Par Jean-Marie Mathieu : C260 A657. jmmathieu@wanadoo.fr

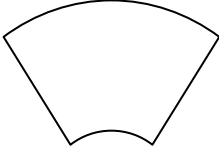
Deuxième partie :

Tout d'abord merci au jury de Riquewhir d'avoir décerné un prix pour mon bricolage, j'avais des complexes quant à la présentation par rapport à l'ami Dupouy. Mais j'avais averti dans mon premier article : **il n'est question que de se faire plaisir à peu de frais.**

Merci à Mr. Block pour le retour du matériel sur Marseille.

Nous arrivons à la partie électrique concernant l'analyse de l'image et à sa reconstitution.

Rappelons les caractéristiques essentielles qui définissent le **Standard C260** :

Le standard C260:	
Largeur moyenne \cong hauteur. Diamètre du disque 290 mm. 25 images par seconde. 24 trous ou 24 lignes. Balayage horizontal Rayon R_{max} pour le trou n° 1 = 137 mm. Diamètre Φ_T des trous 1,36mm, percés à 1,4mm. Les puristes diront qu'il faut faire des trous trapézoïdaux !	
Figure 6	

Nous aboutissons ainsi à une image de forme quasi trapézoïdale, de hauteur 32mm et de largeur 33mm. Cette zone est identique à l'analyse par le transmetteur, et à la reconstruction dans le récepteur.

Pour reconstruire l'image, il faut moduler l'éclairement de toute la zone pseudo trapézoïdale, la solution simple actuelle est le pavé de diodes électroluminescentes, le commerce propose des pavés de 16mm par 16mm, dont l'éclairement est parfaitement uniforme. L'intérêt de ces pavés est leur couleur très proche du rouge orangé des néons utilisés dans les années 30.

Les contraintes "optoélectroniques" vont imposer la rapidité de l'électronique et la bande passante :

En choisissant une résolution de l'ordre de grandeur du trou (1,36mm), on obtient environ 30 points par ligne, soit $24 \times 30 = 720$ points par tour de disque, soit encore $720 \times 25 = 18000$ points par seconde.

Une image bien contrastée impose une restitution de points noirs et blancs alternés, c'est à dire un signal vidéo de forme carrée passant du noir au blanc à la fréquence de 18kHz.

L'électronique de lecture de la photodiode et l'électronique de commandes des pavés électroluminescent, doit présenter une bande passante allant de 0Hz à 5×18 kHz, c'est à dire à ~ 100 kHz.

N'étant pas spécialiste de l'optoélectronique, il me fallait 'découvrir les propriétés des composants et faire le bon choix.

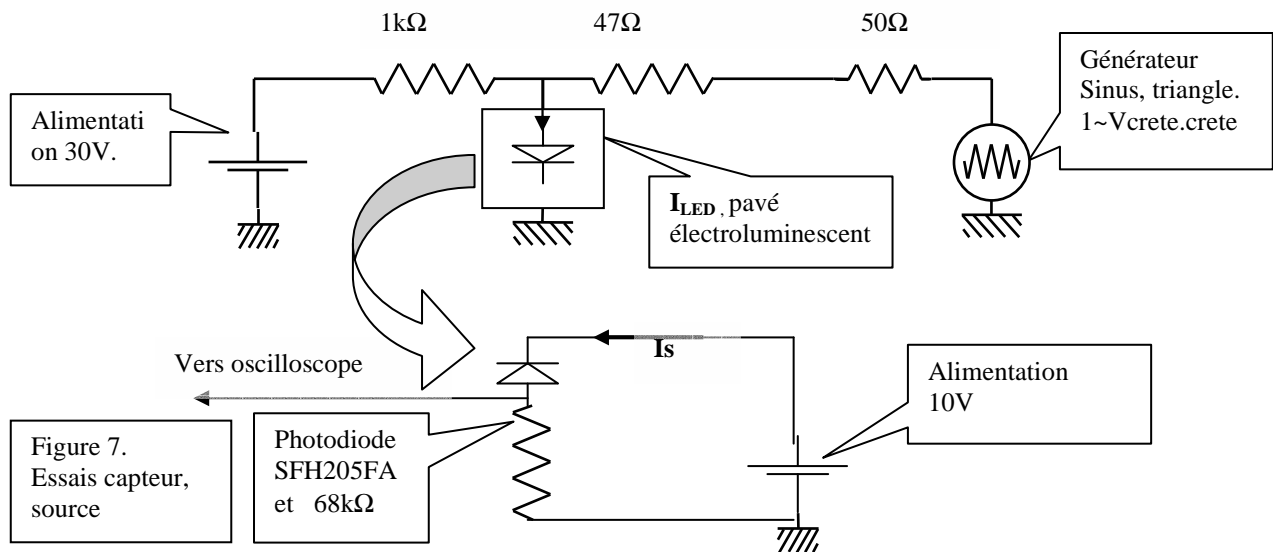
J'avais 3 modèles de photodiodes à petit prix, de surface très faible (~ 1 mm). Pour dégager l'essentiel, elles furent mises en concurrence en **éclairement blanc modulé**, tout simplement sous une circline néon de cuisine.

J'avais ainsi la comparaison immédiate des sensibilités et de l'intensité du bruit de fond. **C'est le montage utilisant le courant inverse de saturation I_s , qui présente la plus grande zone linéaire sur plusieurs décades du flux lumineux.** La photodiode au silicium, SFH205FA, en inverse, remporta avec succès les premiers essais.

A ce stade, elle constituait donc ma référence pour étudier le comportement du pavé de diodes électroluminescente. Le premier teste met en évidence la réponse globale de l'ensemble source électroluminescente, éclairant la photodiode Silicium.

Le montage d'essais est alors le suivant :

La source est polarisée 30mA, et de plus modulée par un signal triangle, pour provoquer un balayage linéaire du noir au rouge maximum.



Je vérifie une proportionnalité parfaite entre le courant d'excitation de la source I_{LED} et la tension fournie par la photodiode aux bornes de la charge de $68k\Omega$.

Une observation visuelle semble indiquer que l'on perçoit la progression de luminance du pavé jusqu'à environ 60mA, courant double du maximum indiqué par le fabricant. En fait des essais ultérieurs violents, on montre une robustesse importante des pavés, que je n'ai pu encore détruire! En conclusion il faudra un courant important I_{LED} , pour une luminosité maximum.

Le deuxième essai consiste à la montée en fréquence de l'excitation sinusoïdale de I_{LED} .

Les résultats sont acceptables, avec une bande passante de l'ensemble de l'ordre de 80kHz à mi puissance.

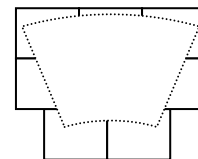
Le lecteur sera surpris de la méthode d'essai, en contradiction avec l'utilisation prévue, puisque au final, c'est la photodiode qui devra commander le courant I_{LED} , mais je n'avais pas d'autre source et capteur de référence pour faire des mesures!

La taille de l'image à reconstituer impose l'utilisation de 8 pavés carrés de 16mm (référence MV02-2201) de côté, malheureusement avec un gaspillage certain!

La question importante est de décider l'utilisation en série ou bien en parallèle!

Les mesures initiales sur un seul pavé fournissent les valeurs suivantes;

	I_{LED}	V_{LED}	Résistance dynamique :
Brillant max.	60mA	1,75V	$\sim 4\Omega$
Extinction.	3mA	1,55V	



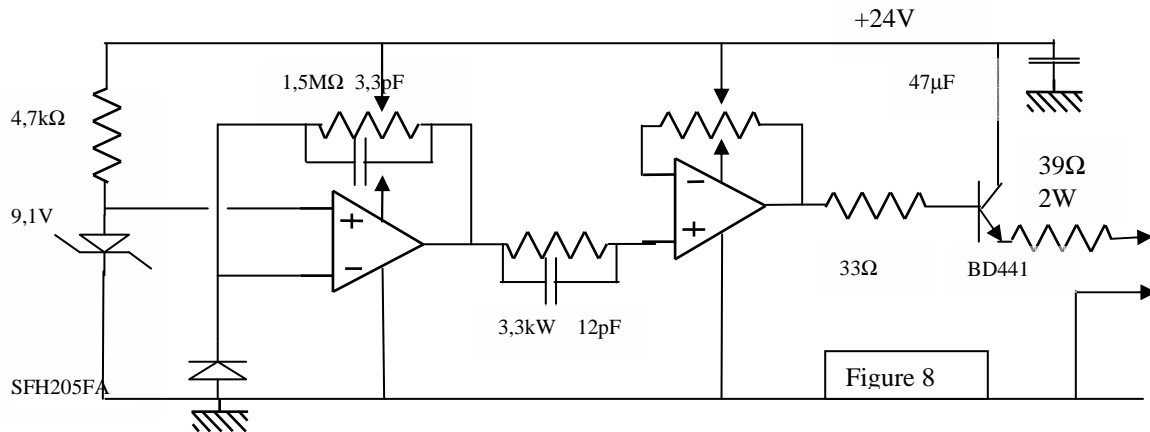
Avec une "impédance" aussi faible il paraît raisonnable d'associer les 8 pavés en série.

L'amplificateur vidéo doit donc fournir en sortie une dynamique comprise entre 12,4V et 14V, avec un courant dépassant 100mA.

Il ne reste plus qu'à établir le schéma définitif permettant à la photodiode d'exciter les pavés électroluminescents avec une bonne centaine de mA, et avec la rapidité souhaitée.

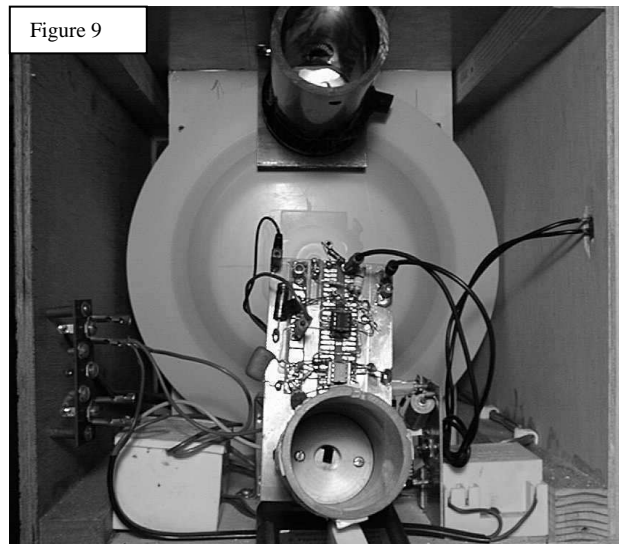
J'ai utilisé des amplificateurs très classiques présentant une rapidité acceptable en sortie ($dV/dt > 7V/\mu s$), il s'agit du CA3140. Le schéma n'a rien d'original, comme le montre la figure 8!

Le schéma de l'amplificateur vidéo.



Le montage mécanique de la Photodiode :

La photodiode doit évidemment être dans l'obscurité totale, dans une chambre noire. C'est un tube de PVC qui constitue la chambre noire, il coulisse dans un autre permettant un réglage final de focalisation (voir le schéma général de l'optique dans le bulletin précédent, en figure 5). La photodiode est directement montée sur le circuit imprimé comportant l'ensemble de l'électronique. La figure 9 montre la chambre noire ouverte, le circuit complet, le disque tournant à 25t/s et l'alimentation de 24V.



Le montage électrique du capteur :

L'extraction du courant inverse I_s se fait par conversion courant/tension, classique pour les photodiodes. La transrésistance est actuellement réglée aux alentours de $1,5M\Omega$, avec une très légère compensation de $3,3pF$, qui n'affecte pas la rapidité. Bien entendu il faut polariser en inverse la photodiode, ceci est obtenu par la tension Zener de $9,1V$. Ainsi la tension qui polarise est parfaitement fixée et ne dépend pas de l'éclairement (I_s). L'avantage de ce montage est qu'il impose une borne du capteur au plan de masse.

L'ensemble récepteur :

N'oublions pas les **3 conditions** de reconstruction de l'image analysée par le transmetteur :

Les deux disques de Nipkow doivent être identiques (ils ont été percés simultanément).

Les deux disques doivent être isochrones (les moteurs synchrones se verrouillent sur le champ tournant à 50 t/s après une phase de démarrage asynchrone).

Les deux disques doivent être synchrones, c'est à dire que le trou n° N du récepteur doit être à la même position angulaire que son correspondant dans le transmetteur.

Les moteurs sont à deux paires de pôles et peuvent tourner avec 4 angles différents par rapport au champs tournant.

Au départ on a une chance sur 4 de trouver l'image parfaitement cadrée. Un poussoir permet d'interrompre le moteur pendant quelques millisecondes et de le remettre en phase avec celui du transmetteur.

Il faut également pouvoir corriger finement leur positions relatives. C'est pour cela que le moteur est monté sur une flasque en tôle, libre en rotation sur un demi tour par rapport au bâti. La figure 10 montre le récepteur sans

le disque. On voit ainsi le montage de la flasque libre en rotation, qui supporte le moteur. On voit également le montage des 8 pavés électroluminescents, réglables en position.

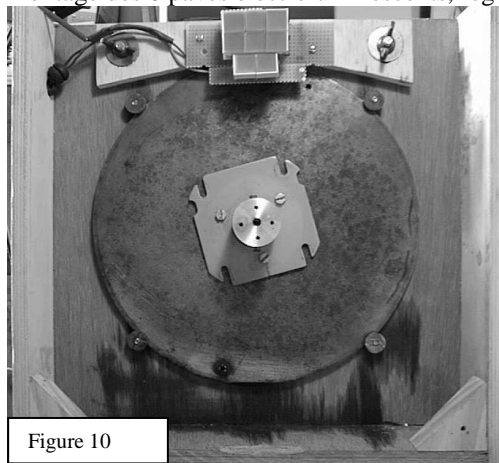


Figure 10

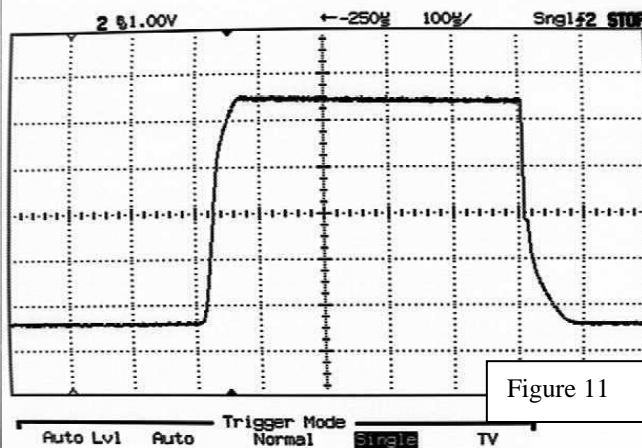


Figure 11

Les essais et résultats du circuit vidéo :

L'alimentation doit permettre la dynamique maximum pour exciter les 8 pavés de LED, c'est à dire atteindre 14,7V sur la charge de 32Ω , elle est fixée à 24V par un régulateur fixe 7824 (0,5A).

Le filtrage après redressement double alternance nécessite un minimum de 270μF.

Passons sur les heures de mise au point de l'ensemble optique et en particulier la focalisation de toute la zone image sur la petite surface sensible de la photodiode !

Néanmoins le signal vidéo est correct avec des temps de montée de 40μs comme le montre la luminance du passage d'un trou en figure 11.

Une image intéressante est le signal vidéo correspondant à une ligne (24 trous) en figure 12.

Il s'agit d'une ligne de la mire FELIX THE CAT dont l'original RCA est présentée ci dessous!

Le signal est chiffré par les deux curseurs, 8,5V et 20,1V pris à l'émetteur du transistor BD441.

Dans ce dernier exemple le courant ILED est porté à 0,13A au travers de la résistance de sortie de 39Ω !

Les pavés ont subi l'épreuve de l'aller et retour à Riquewihir, et l'ensemble a tourné sans interruption samedi et dimanche avec 0,13 A, c'est dire la **robustesse des diodes électroluminescente annoncées pour 30mA.**

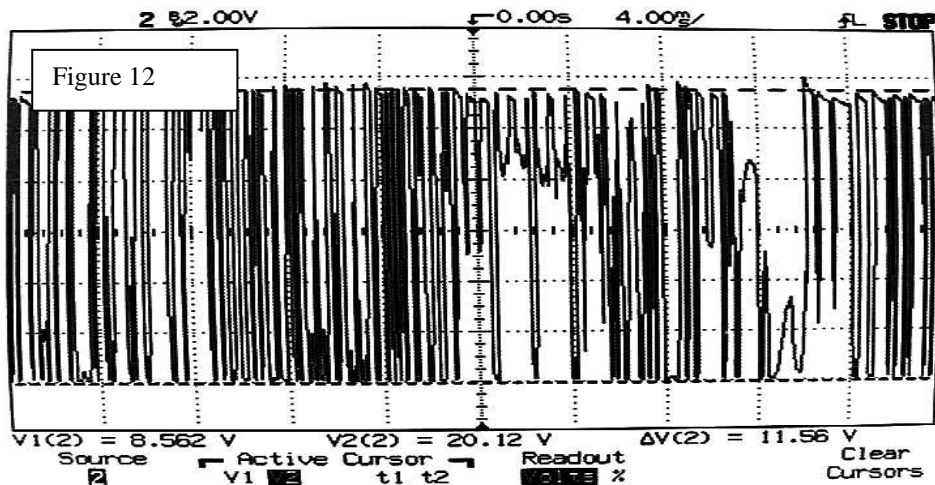


Figure 12



Les composants achetés proviennent du distributeur RadioSpares (led : MV02_2201 ; photodiode :SFH205 ; moteurs ASTRO : s-m-h@wanado.fr)

Je remercie les amis collectionneurs CODECHEVRE et PERRIN pour les prêts et ou dons de documents très intéressants et rares. Je remercie les mécènes qui m'ont proposé des tubes néons à 3kF. J'espère avoir le temps de faire une 3° partie concernant cette passionnante préhistoire de la télévision à disque de Nipkow.

A bientôt de la part de Jean Marie MATHIEU : jmmathieu@wanado.fr.