

Quadrupleur de tension avec un timer 555.

On décrit ci-dessous un quadrupleur de tension réalisé avec un timer 555. On part donc bien dans ce cas, d'une tension continue pour obtenir une tension continue plus élevée. Le timer 555 est d'un des plus anciens circuits intégrés que l'on connaisse. Il doit son nom au fait qu'il contient 3 résistances en séries de 5 kOhms. Il ne contient pas moins de 25 transistors, 2 diodes et 16 résistances! Le timer 555 a servi et sert toujours abondamment dans toutes sortes d'applications, comme par exemple les temporisateurs, des générateurs d'impulsions, des contrôleurs de LED ou d'ampoules ordinaires, des horloges logiques, des diviseurs de fréquences ou encore des alimentations ou convertisseurs de tension, etc.

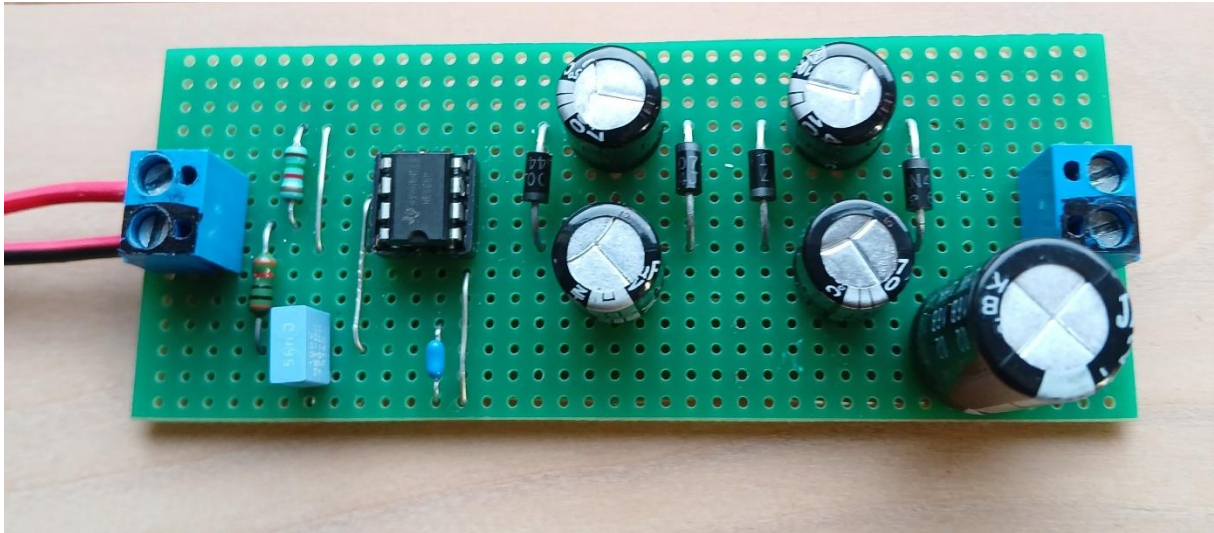


Schéma de réalisation.

On trouve bien entendu sur le web une multitude de schémas de toutes sortes. On a utilisé un schéma publié dans une série de 5 articles consacrés au timer 555 sur www.electronics-tutorials.ws.

Le schéma est ci-dessous. On voit que le timer 555 est configuré en circuit multivibrateur, de manière à générer une onde carrée à sa borne 3. Cette onde carrée est par la suite amplifiée par le réseau multiplicateur de tension. Pour notre réalisation, on a pris $D1 = D2 = D3 = D4 = 1N4007$. On aurait pu utiliser n'importe quelle diode de la série 1N4000. Pour les condensateurs on a $C1 = C2 = C3 = C4 = 47000 \text{ pF}$ polarisés 50 Volts. On a choisi une valeur de 56000 pF pour le condensateur du réseau d'ajustement de fréquence (timing network). On a ajouté une résistance de charge R_c ajustable pour voir l'influence de la charge sur la tension de sortie et sur le taux d'ondulation résiduel. On a également ajouté un gros condensateur de lissage pour améliorer le taux d'ondulation résiduel pour des charges élevées.

Les caractéristiques du montage sont les suivantes. On se référera au croquis sur le plan.

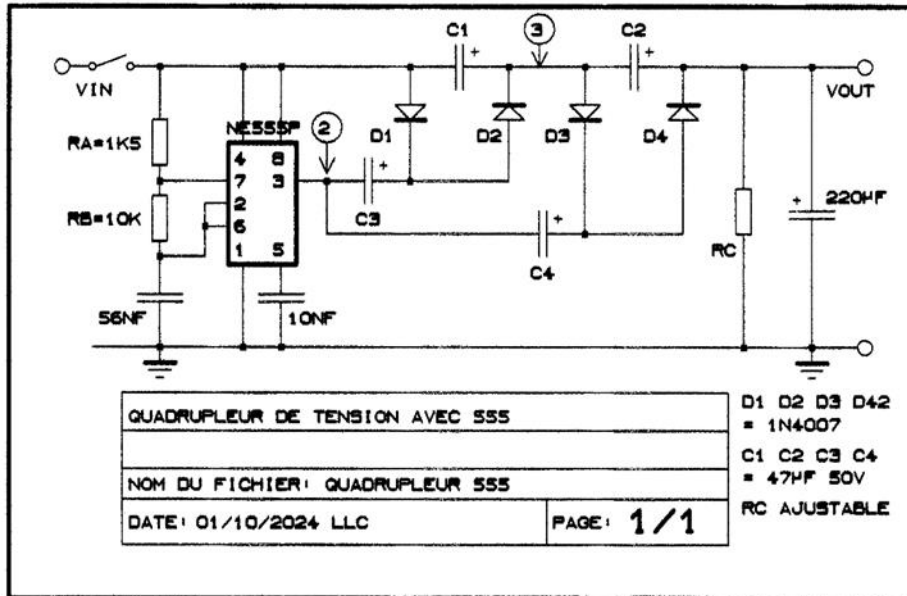
$$t_1 \text{ (haut)} = \text{durée de l'impulsion en sec} = 0.693 \cdot (R_a + R_b) \cdot C.$$

$$t_2 \text{ (bas)} = \text{temps entre la fin d'une impulsion et le début de la suivante en sec} = 0.693 \cdot R_b \cdot C.$$

$$T = t_1 + t_2 = \text{période en sec} = 0.693 \cdot (R_a + 2R_b) \text{ en sec.}$$

$$F = 1/T = \text{fréquence en Hz.}$$

$$D = \text{duty cycle ou rapport cyclique} = t_1/T = (R_a + R_b) / (R_a + 2R_b), \text{ généralement exprimé en \%}.$$



On voit donc que la fréquence augmente avec la valeur des résistances Ra et Rb et du condensateur C. On voit aussi que pour avoir un rapport cyclique le plus près possible de 50 %, il faut que la valeur de Ra soit petite par rapport à celle de Rb. Dans notre cas, on a pris Ra = 1500 Ohms et Rb = 10000 Ohms. On a donc :

$$t1 = 0.693 * (1500 + 10000) * 56000 * 10^{-12} = 446 \mu S$$

$$t2 = 0.693 * 10000 * 56000 * 10^{-12} = 388 \mu S$$

$$T = t1 + t2 = 834 \mu S$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1000000}{834} = 1199 \text{ Hz}$$

$$D = \frac{t1}{T} = \frac{446}{834} = 0,535 = 53,5\%$$

Quelques observations.

Dans une première expérience, on a mesuré la tension de sortie en fonction de la tension d'entrée, pour estimer le facteur de multiplication. Ces résultats sont repris dans le tableau N°1. On voit que le facteur de multiplication est de l'ordre de 2,5 et pas 4,0 comme on aurait pu s'y attendre à priori. Mais en fait, pour calculer le facteur de multiplication, on doit partir de la tension de sortie du timer 555 (point 2) et pas de la tension d'alimentation Vcc. On a limité la tension d'alimentation à 12 Vcc, car il semble bien que le timer 555 s'accorde mal de tensions supérieures.

Tableau N°1 : Facteur de multiplication en fonction de la tension d'entrée.

Ra = 1500 Ohms, Rb = 10000 Ohms, C = 56000 pF. Sans résistance de charge.

Vin (Volts)	Point 2 (Volts)	Point 3 (volts)	Vout (volts)	Facteur
9	3,9	15,7	22,4	2,48
12	5,7	21,7	31,4	2,62
15	7,3	27,5	40,0	2,68

Dans une deuxième expérience, on a évalué le taux d'ondulation résiduel en fonction de la charge Rc. On a fait varier Rc entre 550 et 10000 Ohms. Les résultats sont repris dans le tableau N°2. On constate que la tension de sortie diminue sensiblement et que le taux d'ondulation résiduel augmente fortement avec la charge. On notera aussi que pour une résistance de charge de 550 Ohms, on obtient une puissance dissipée de 1 watt. La dernière ligne du tableau illustre le fait que l'on peut réduire le taux d'ondulation résiduel en ajoutant un gros condensateur de lissage de 220 μ Farads.

Tableau N°2 : Ondulation résiduelle en sortie en fonction de la résistance de charge.

Ra = 1500 Ohms, Rb = 10000 Ohms, C = 56000 pF. Tension alimentation 12 Vcc.

Vout ramenée à 14.5 Volts. (*) avec un condensateur de lissage en sortie de 220 μ Farads.

Rc (Ohms)	Vout Max (Volts)	Courant (mA)	Puissance (mW)	VPP (mV)	Ondulation (%)
0	31,1	0	0	15	0,10
10000	30,2	3,0	91,2	71	0.48
4700	29,8	6,3	189,0	143	0,98
2100	28,2	13,4	378,7	352	2,43
1100	26,9	24,5	657,7	590	4,07
550	23,3	42.3	987,0	1200	8,27
550 (*)	24,4	44,3	1082	100	0,69

A gauche ondulation résiduelle pour une résistance de charge de 10000 Ohms et un courant de 3 mA. A droite, pour une résistance de charge de 1100 Ohms et un courant de 24,5 mA.



Conclusions.

Voilà un petit montage extrêmement simple à réaliser, qui ne coûte rien et ne demande que quelques composants faciles à trouver. Ce montage permet un gain en tension de l'ordre de 2.5, en partant d'une tension en courant continu de 12 Vcc. La résistance de charge doit être limitée à 5000 Ohms si l'on veut garder un taux d'ondulation résiduelle inférieur à 1,0 %. Ce petit montage est destiné à générer une tension modeste de 40 Vcc pour l'alimentation des petits récepteurs à tubes de type ECC82, à partir de l'alimentation en 12 Vcc pour les filaments!

Références.

- 555 Circuits Part 2. Voltage Multipliers sur www.electronics-tutorials.ws
- 555 technical data sheet

Rédigé par LLC le 1.10.2024 – Première édition.