

Alimentation d'un relais à courant continu par une tension moitié

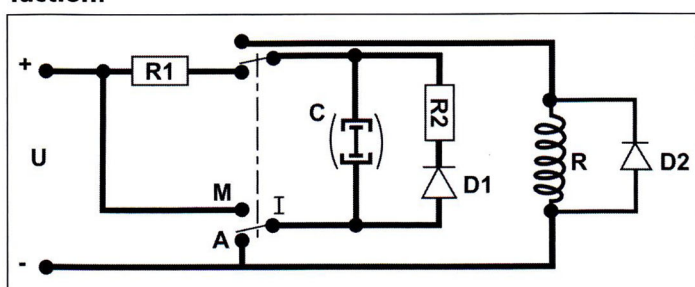
(ou comment réduire la consommation de courant)

(ou comment alimenter un relais de manière écologique)

par Jean-Paul Gendner, F5BU

NDLR - Notre ami F5BU complète ici l'article de F8DKK paru dans radio-REF de janvier 2009.

Ayant récupéré récemment un relais 24 Vcc, et utilisant une alimentation 12 Vcc à la station, j'ai recherché une solution pour pouvoir utiliser ce relais à partir du 12 V disponible. Après quelques cogitations, j'ai abouti au schéma ci-dessous, dont le montage me donne satisfaction.



U : tension d'alimentation

I : double inverseur avec positions Marche et Arrêt

R : résistance de la bobine du relais de tension nominale U_n

R1 : résistance en série pour la charge de la capacité

R2 : résistance en série pour le maintien du relais

C : capacité non polarisée, réalisée par deux capacités de valeur $2 \times C$ tête-bêche

D1 : diode pour le maintien du relais

D2 : diode de protection

Le montage est simple : en position « Arrêt », la capacité C est chargée à la tension U, et en position « Marche », la capacité est mise en série entre l'alimentation et le relais. Très rapidement, la capacité se décharge et c'est le réseau D1 en série avec R2 qui permet le maintien du relais. Attention, la tension aux bornes de la capacité devient « négative » d'une valeur égale à $U - U_m - U_{D1}$ (U_{D1} étant la tension de conduction de la diode).

Afin d'optimiser le montage, il convient de mesurer la résistance R du relais, sa tension d'enclenchement U_e et sa tension de maintien U_{mm} , puis de choisir la tension U_m ($U_m = k \cdot U_{mm}$) qu'on souhaite appliquer effectivement pour le maintien du relais. k est un coefficient de sécurité à adapter selon les caractéristiques du relais et l'utilisation. A partir de là, on peut déterminer les valeurs des différents composants.

Tout d'abord, il faut que U soit

1°) supérieure à la moitié de la tension d'enclenchement ($U_e/2$) et 2°) supérieure ou égale à la tension de maintien (U_m).

D'une manière plus rigoureuse, on peut écrire :

$U_e < 2 \cdot U$ et en pratique, il vaut mieux prendre $U_e < 1,8 \cdot U$

$$U_m = \frac{(U - 0,6) \cdot R}{R + R2}$$

Une fois que U a été choisi (en général $U = U_n/2$), il faut déterminer la valeur de R2 à l'aide de la formule :

$$R2 = R \cdot \left(\frac{U - 0,6}{k \cdot U_m} - 1 \right) \quad \text{avec } k = 2 \text{ si } U_{mm} \ll U, \text{ sinon } k = 1,5.$$

Plus simplement, et notamment pour les cas d'utilisations en milieu difficile comme en mobile ou en portable (vibrations, variations de température, ...), il est aussi possible de prendre $U_m = U - U_{D1}$, en prenant $R2 = 0$.

Considérant que la plupart des relais nécessitent quelques millisecondes pour s'enclencher, il faut déterminer la valeur de C de manière que la constante de temps de décharge de la capacité soit de l'ordre de 10 ms (10 à 50 ms selon les relais). Il faut alors :

$$C \cdot R \geq 0,01 \Rightarrow C \geq \frac{0,01}{R}$$

A partir de là, il ne reste plus qu'à déterminer R1 qui assure la charge de la capacité. Une valeur faible donnera une charge rapide permettant des durées d'arrêt très courtes, mais occasionnant des pointes importantes du courant de charge. Une valeur élevée donnera au contraire une charge lente, nécessitant un temps d'arrêt suffisant, mais avec des pointes de courant de charge plus faibles. Tout dépend donc de l'utilisation. Si une charge rapide de durée τ est souhaitée, il faut se rappeler qu'il faut $\tau = 4 \cdot R1 \cdot C$ pour que la capacité soit chargée à 98% de la tension d'alimentation.

Dans ce cas : $R1 = \frac{\tau}{4 \cdot C}$ et le courant d'appel maximum sera alors égal à $U/R1$. Toutefois, dans la plupart des cas, R1 peut simplement être prise égale à R.

Exemple : Mon relais est un inverseur coaxial marqué 26 Vdc (U_n). Sa résistance est de 260 Ω , sa tension d'enclenchement U_e est de 12 V (!) et sa tension de maintien U_m de 2 V (re !). Un relais de bonne facture, mais il serait risqué de ne l'alimenter qu'en 12 V.

$$R2 = 260 \cdot \left(\frac{12 - 0,6}{2 \cdot 2} - 1 \right) = 480 \Omega \text{ (arrondi à } 470 \Omega)$$

$$C \geq \frac{0,01}{R} = \frac{0,01}{260} = 38 \mu F \text{ (arrondi à } 47 \mu F, \text{ soit deux } 100 \mu F \text{ têtes bèches)}$$

$$R1 = 260 \Omega \text{ (arrondi à } 270 \Omega)$$

Le courant de maintien du relais est donc de $(12 - 0,6)/(260 + 470) = 15,6$ mA au lieu des $26/260 = 100$ mA nominaux. La pointe de courant pour la charge de la capacité est, elle, de $12/270 = 44$ mA et la pointe de courant pour l'enclenchement du relais est de $24/260 = 92$ mA.

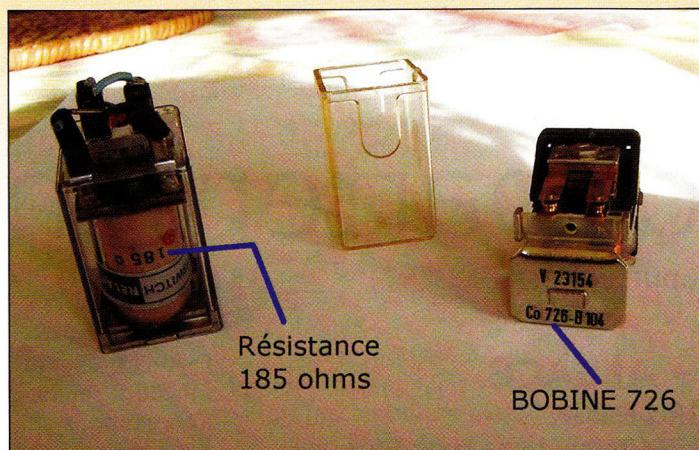
Remarque :

Ce montage peut également être réalisé en remplaçant le double inverseur par des transistors, commandés soit par un signal logique (tout ou rien), soit par un inverseur simple.

NDLR : Chaque fabricant de relais peut fournir des tables fixant les valeurs des tensions minimales et maximales pour ses produits. Ces valeurs dépendent de la température ambiante.

Nous vous donnons ci-dessous l'exemple pour les relais miniatures de type N (Siemens et assimilés) qui remplissent encore beaucoup de "fonds de tiroirs" mais dont les caractéristiques sont maintenant difficiles à retrouver.

Pour les relais plus récents, une recherche sur Internet vous permettra de retrouver les caractéristiques pour chaque fabricant.



Résistance
185 ohms

BOBINE 726

Plages des tension de service et bobines pour relais miniatures N.

50 AW	55AW	65 AW	80 AW	90 AW	100 AW	105 AW	125 AW	135 AW	150AW	155AW				
Tension minimale U_1 à 20°C (volts)											Tension maximale U_2 à 20°C (volts)	Résistance à 20°C (ohms)	Nombre de spires	N° de la Bobine
38	41	49	61	69	77	81	99	108	122	128	190	20900 ± 31 40	32700	703
22	24	28	34	39	43	46	55	60	69	71	115	7600 ± 11 40	20700	704
14	16	18	23	26	29	30	37	41	45	48	75	3200 ± 480	13400	726
10	11	13	16	18	21	22	26	29	33	35	54	1700 ± 255	9900	722
6,8	7,5	8,6	11	12	13,5	14,5	18	19	22	22	40	890 ± 89	7300	721
5,3	5,8	6,9	8,5	9,6	10,8	11,3	13,7	15	16,5	17,5	32	550 ± 55	5800	720
4,1	4,5	5,3	6,6	7,5	8,4	8,8	10,5	12	13	14	24	325 ± 33	4450	719
3,3	3,7	4,3	5,3	6,1	6,8	7,1	8,7	9,5	10,5	11,5	20	220 ± 22	3700	717
2,7	3,0	3,5	4,4	4,9	5,5	5,8	7,1	7,7	8,5	9,1	16,5	150 ± 15	3100	716
2,3	2,5	3,0	3,7	4,1	4,6	4,9	5,8	6,4	7,5	7,6	14	110 ± 11	2700	715
1,7	1,9	2,2	2,7	3,1	3,5	3,7	4,4	4,9	5,5	5,8	10,5	58 ± 6	1900	712
1,15	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,5	3,0	3,2	3,7	3,8	7,2	28 ± 3	1350	711

La tension mini dépend de l'empilage et de la température ambiante, la tension max seulement de la température ambiante. Entre la tension mini U_{1Tu} et la tension de service U , nous conseillons de prendre une sécurité de 20%.

$U_{1Tu} \times 1,2 < U \leq U_{2Tu}$ T_u = température ambiante.

$U_{1Tu} = U_{120^\circ C} \times K_{1Tu}$ U_{1Tu} = tension minimale à la température ambiante T_u .

$U_{2Tu} = U_{220^\circ C} \times K_{2Tu}$ U_{2Tu} = tension maximale à la température ambiante T_u .

K_1 et K_2 = facteurs de correction.

T_0	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
K_1	1,0	1,05	1,09	1,13	1,17	1,215
K_2	1,0	0,93	0,86	0,79	0,705	0,615