



source de courant stable en température

éliminer la dérive de température des CI sources de courant

Thomas Scherer (Allemagne)

Les circuits intégrés à trois broches, sources de courant, sont un moyen éprouvé de simplifier de nombreux circuits analogiques et occupent un espace très réduit sur la carte. Malheureusement, ces circuits intégrés présentent une importante dérive en température. Mais en ajoutant une diode et une résistance supplémentaires, il est possible de les rendre plus stables en température.

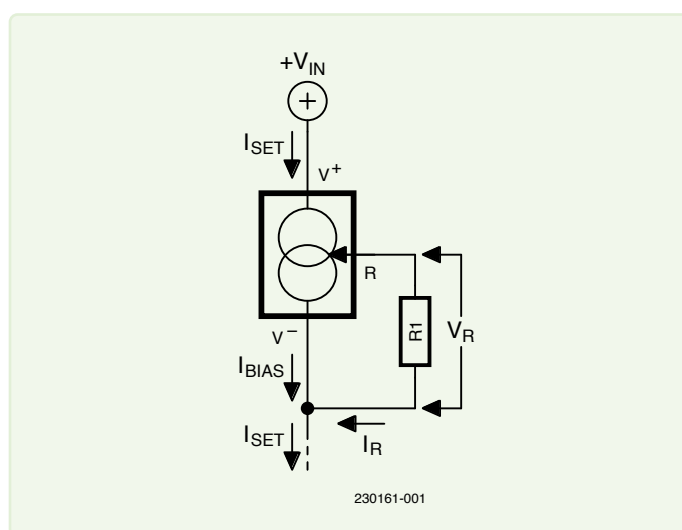


Figure 1. Circuit intégré de la source de courant LM334.

Presque tous les électroniciens connaissent ces circuits intégrés à trois broches qui permettent de réguler leur sortie en courant à la valeur souhaitée à l'aide d'une résistance externe. Un exemple d'application : avec seulement deux composants, on peut facilement régler le courant de l'émetteur commun d'un amplificateur à transistors différentiel. Malheureusement, ces circuits intégrés ont un coefficient de température non négligeable pour certaines applications. Mais avec seulement deux composants supplémentaires, on peut rendre une telle source de courant plus stable en température.

LM334

Les sources de courant de la série LM124/LM224/LM334 sont non seulement des exemples typiques de cette classe de circuits intégrés, mais elles sont aussi largement utilisées. La plage de sortie en courant de ces circuits intégrés, réglable par une résistance externe, est comprise entre 1 μ A et 10 mA. La version LM334, peu coûteuse, présente la tolérance la plus élevée pour les composants. Dans ce qui suit, on fait référence au LM334 qui est couramment utilisé. Vous pouvez cependant utiliser le LM124 et le LM224.

La **figure 1** montre le câblage. Entre les broches R et V-, il y a une tension V_R d'environ 64 mV à 25°C. Le courant total I_{SET} à travers le circuit intégré se compose de I_R (= le courant à travers R_{SET}) et du plus

faible courant I_{BIAS} . I_R est environ 14 à 18 fois plus élevé qu' I_{BIAS} , c'est pourquoi I_{BIAS} est presque négligeable. Vous pouvez donc toujours utiliser l'équation suivante :

$$I_{SET} = 64 \text{ mV} / R_{SET} \times 1.06$$

Ainsi, pour un courant de 1 mA, par exemple, une résistance de 68 Ω serait bien adaptée pour R_{SET} . La précision caractéristique du courant obtenue est d'environ 3 %.

Tout se passerait bien si la tension, V_R n'était pas caractérisée par sa forte dérive en température de 214 μ V/K, soit 0,33%/°C dans la plage de 25 °C. Dans le boîtier TO-92, la résistance thermique entre le silicium et l'air ambiant est encore de 180 °C/W. Avec un courant de 10 mA et une chute de tension de 10 V, il y aurait une dissipation de puissance de 100 mW et donc une augmentation de température de 18 °C. Il en résulterait alors une augmentation du courant de 6 %. On peut accepter cela dans de nombreux cas où les courants sont faibles (et les pertes de puissance correspondantes sont faibles), mais pas toujours. Il est intéressant de noter que la dérive en température est si importante et si linéaire que vous pouvez même implémenter un capteur de température convenable en utilisant le LM334. Cette application est décrite dans la fiche technique [1].

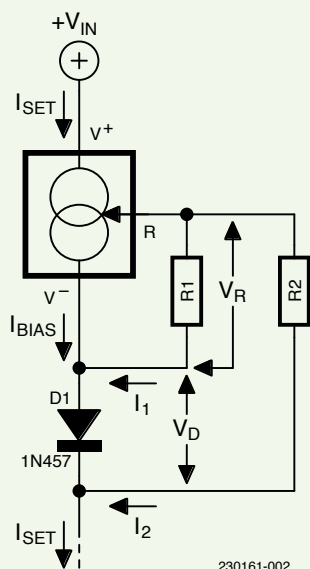


Figure 2. En ajoutant une résistance et une diode, la source de courant devient stable en température.

Compensation de la dérive en température

La fiche technique décrit également comment compenser presque complètement le coefficient de température positif du LM334 en ajoutant une autre résistance et une diode. La **figure 2** montre le circuit correspondant.

Le principe de fonctionnement repose sur le fait que la tension d'une diode au silicium a un coefficient de température négatif, qui peut donc être utilisé pour compenser le coefficient de température positif du LM334. I_{SET} est alors la somme de I_1 , I_2 et I_{BIAS} . Le courant I_2 , avec son coefficient de température négatif, est maintenant ajouté au courant "régulier" I_1 , caractérisé par son coefficient de température positif.

Les caractéristiques des coefficients de température du circuit intégré et de la diode sont en grande partie les mêmes, sauf que la tension aux bornes de la diode est d'environ 630 mV (à 1 mA et 25 °C), soit environ dix fois la chute de tension aux bornes de V_R . Ainsi, I_2 dépend non seulement de la température de la diode, mais aussi du courant qui la traverse. Or, cette relation conduit à ce que le rapport des courants $I_1:I_2$ soit d'environ 1:1. Il en résulte que le rapport des résistances $R1:R2$ est de 1:10, de sorte que les dérives de température s'annulent mutuellement. Vous pouvez consulter la dérivation exacte sur la fiche technique. Pour vos applications, vous pouvez estimer de manière simplifiée et précise le courant compensé en température comme suit :

$$I_{SET} = 136 \text{ mV} / R1$$

où $R2 = 10 \times R1$. Pour un courant compensé en température de 2 mA, il faut une résistance de 68 Ω pour $R1$ et 680 Ω pour $R2$. Au lieu d'une 1N457, on peut aussi utiliser la diode 1N4148 plus courante en Europe. Comme la dérive en température de la diode et celle du circuit intégré LM334 dépendent toutes deux du courant circulant, la chute de tension plus faible au niveau de la diode est également compensée de manière acceptable pour les faibles courants. ◀

230161-04

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

LIEN

[1] Fiche technique du LM334 de Texas Instruments : <https://ti.com/lit/ds/symlink/lm334.pdf>

Testez vos connaissances Gagnez des cadeaux !

Êtes-vous un vrai passionné d'électronique ?
Testez vos connaissances et participez à notre quiz !
Vous aurez la chance de gagner un kit *Elektor Classic* exclusif et d'autres cadeaux intéressants.

Répondez au quiz avant le 31 août 2023.
Bonne chance et amusez-vous bien !

Comment participer

1. Examinez chaque circuit du passé.
Vous les trouverez aux pages **105**, **113** et **123**.
2. Déterminez son année de publication dans Elektor.
3. Envoyez vos réponses pour avoir une chance de gagner.

Visitez elektormagazine.fr/quiz-23
pour participer !