

chasse-gasPi

réfrigérateur sous bonne garde

Jörg Trautmann
(Allemagne)

À la fois chasse-gaspi, alarme et thermomètre, ce petit circuit affiche la température intérieure d'un réfrigérateur lorsqu'il détecte l'ouverture de sa porte. Une alarme acoustique retentit si la durée d'ouverture excède la valeur programmée, ou si une certaine température est dépassée. Les composants peuvent être logés dans un boîtier bon marché, comme ici dans un boîtier pour Raspberry Pi.



Caractéristiques

- Affichage de la température actuelle du réfrigérateur.
- Surveillance de la température intérieure avec alarme.
- Surveillance de la durée d'ouverture de la porte avec alarme.
- Température maximale autorisée et durée d'ouverture de la porte programmables.

Le circuit repose sur un ATtiny84 et quelques composants. Il utilise un des convertisseurs A/N à 10 bits du microcontrôleur pour déterminer la température intérieure du réfrigérateur.

Mesure de la température

Comme capteur de température, nous avons opté pour le modèle KTY81-210. La température des réfrigérateurs à usage domestique est habituellement comprise en 2 et 8 °C. Pour



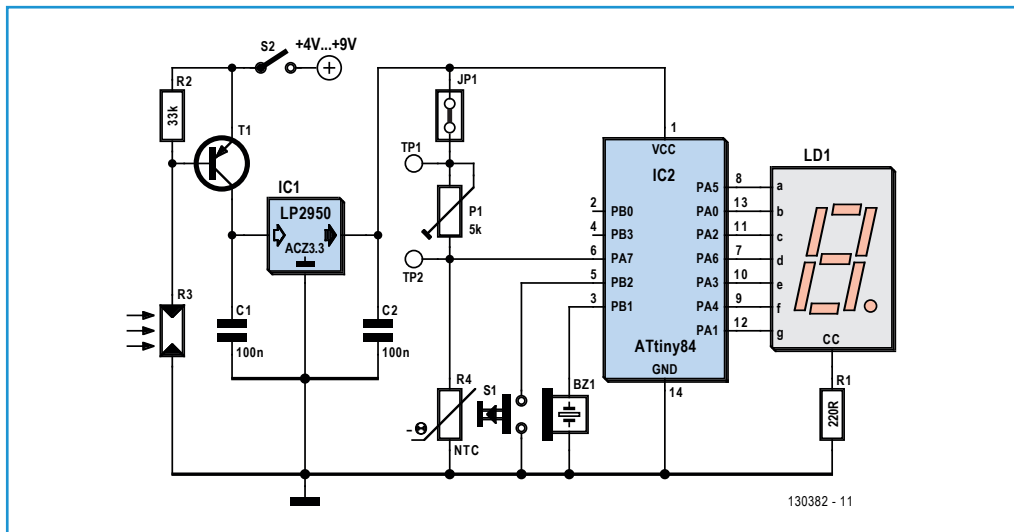


Figure 1. Le circuit ne comprend que quelques composants organisés autour d'un microcontrôleur ATtiny84.

augmenter la résolution de la mesure, nous avons toutefois considéré que le capteur serait susceptible de mesurer une température de 10 °C. La résistance du KTY81-210 vaut 1772 Ω à 10 °C, et 1630 Ω à 0 °C. La fiche technique indique une incertitude de ±1,67 °C à 10 °C, mais des mesures de référence réalisées avec 10 capteurs KTY81-210 ont montré que les écarts restaient inférieurs à ±1 °C et que la dispersion était très faible. La référence de tension interne de l'ATtiny84 est réglée sur 1,1 V, donc la tension à mesurer doit traverser un diviseur de tension (P1/R4). La valeur maximum de 1100 mV est appliquée pour une température de 10 °C. En s'appuyant sur les paramètres connus, on trouve pour P1 (**fig. 1**) une résistance de 3544 Ω, valeur qui permet d'obtenir une résolution théorique de 5,7 mV/°C. Un cycle de mesure comprend 10 mesures afin d'éviter toute valeur aberrante. La valeur moyenne de ces mesures est ensuite calculée, puis affichée.

Affichage

La température mesurée est indiquée sur un afficheur à 7 segments de couleur rouge. Un seul élément suffit puisque nous n'avons pas à afficher de valeurs à deux chiffres. Pour économiser la pile, l'afficheur est piloté par multiplexage des segments (le principe de cette méthode est décrit dans l'article « 7 segments multiplexés » du numéro de juillet/août 2012 [1]). Grâce à cette technique la consommation maximale du circuit n'est que de 5 mA. Le bouton S1 sert à programmer la tempé-

rature maximale permise ainsi que la durée autorisée d'ouverture de la porte. Lorsque ces valeurs sont dépassées, l'afficheur clignote et un son intermittent ou une sirène se déclenche.

Composants

Si vous avez remarqué la photorésistance (R3) sur le schéma de la figure 1, vous avez probablement aussi deviné la raison de sa présence : n'avoir un microcontrôleur sous tension qu'aux moments où la porte du réfrigérateur est ouverte, et ainsi économiser du courant. Dès l'instant où la porte s'ouvre, un temporisateur/compteur démarre et mesure son temps d'ouverture.

Avec une consommation aussi faible que 5 µA en mode veille, la pile de 9 V qui alimente le circuit durera très longtemps ; le fonctionnement s'avère par ailleurs encore fiable sous 4 V. Le régulateur à faible chute de tension IC1 (LP2950 CZ3.3) fournit une tension de 3,3 V optimale pour le microcontrôleur.

Boîtier

Tout projet que l'on réalise soi-même et qui n'est pas destiné uniquement au fatras d'une paillassse de labo devrait être logé dans un boîtier stylé. Si dénicher le boîtier idéal n'est pas toujours facile, percer et fraiser les ouvertures nécessaires passe souvent carrément pour une corvée. Après de longues recherches, je suis enfin tombé sur l'objet parfait : un boîtier pour Raspberry Pi. Parfait car :

- les trous pour l'interrupteur, le bouton, la photorésistance, l'afficheur et le trans-

ducteur piézoélectrique étaient déjà présents et idéalement placés ;

- la forme était plaisante ;
- le prix était imbattable : 5 € en moyenne.

Montage

L'assemblage ne pose aucune difficulté et peut être réalisé sur une plaque d'essai. Pensez à programmer le microcontrôleur avant le montage. Comme d'habitude, vous pouvez télécharger le micrologiciel gratuitement depuis la page Elektor associée à cet article [2]. Servez-vous d'un multimètre numérique pour régler le plus précisément possible la résistance ajustable P1 sur 3544 Ω (retirez le cavalier JP1 pendant cette opération).

Référez-vous à la photo de l'appareil assemblé pour placer l'afficheur, l'interrupteur, le bouton et la photorésistance. L'afficheur à 7 segments devrait reposer sur le fond du boîtier. Souder les broches sur la plaque par le bas permet d'obtenir un positionnement parfait de l'afficheur dans le boîtier. L'adaptation parfaite au boîtier dépendra toutefois du modèle de votre afficheur.

Mise en service

Lorsque le dispositif est mis sous tension la première fois, un son intermittent est émis et la lettre « H » clignote rapidement. Vérifiez

une nouvelle fois votre montage si ce n'est pas le cas.

Si tout est correct, vous pouvez passer à la programmation de la température maximale permise. Commencez par éteindre le dispositif. Appuyez sur le bouton S1, maintenez-le enfoncé, et rallumez l'unité. Continuez à appuyer sur le bouton pendant environ 5 secondes, jusqu'à ce qu'un signe moins s'affiche et clignote. Relâchez alors le bouton. Pour entrer la température maximale souhaitée, appuyez à nouveau sur le bouton. Maintenez-le enfoncé pendant environ 2 secondes à chaque étape, jusqu'à ce que vous ayez atteint la valeur maximale voulue. Relâchez alors le bouton et attendez quelques secondes. Vous devriez à nouveau entendre un son intermittent et voir le « H » clignoter rapidement. Pour vérifier que la valeur programmée a bien été enregistrée dans l'EEPROM, mettez le dispositif hors tension puis rallumez-le. La température maximale devrait clignoter rapidement, puis le « H » s'afficher. Comme la température de votre pièce est supérieure à la température programmée, un son intermittent retentit à nouveau ; c'est ce son qui sert de signal d'alarme.

Pour régler le temps d'ouverture autorisé de la porte, commencez par mettre le dispositif hors tension. Appuyez ensuite sur le bouton S1, maintenez-le enfoncé, et allumez

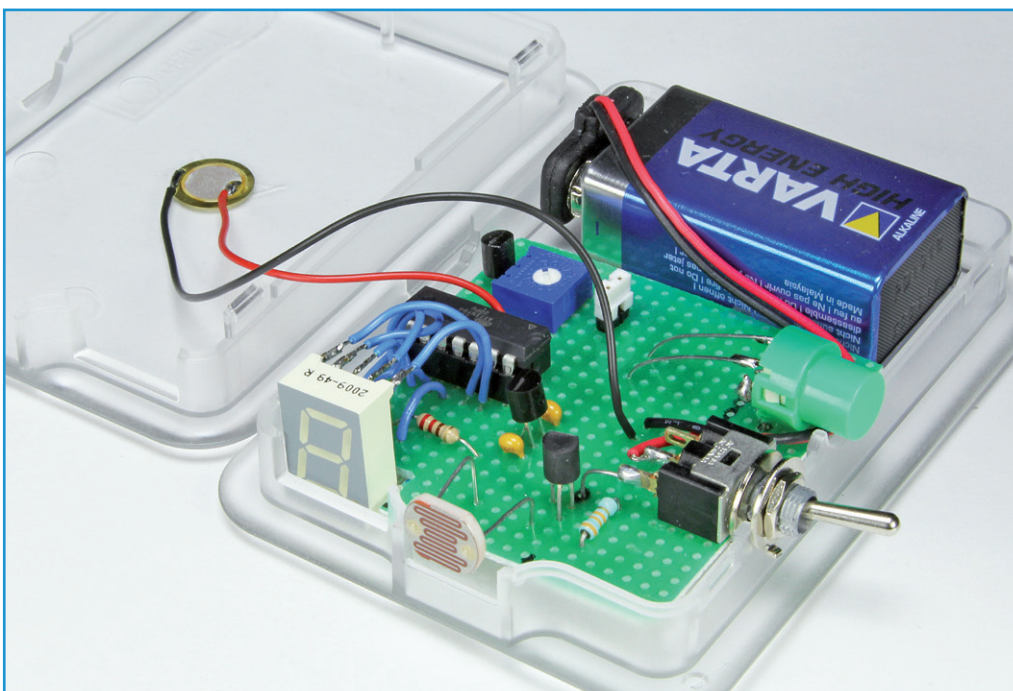


Figure 2. Un boîtier pour Raspberry Pi aux dimensions idéales.

l'unité. Au bout d'environ 5 secondes apparaît et clignote un signe moins ; attendez de nouveau 5 secondes jusqu'à l'apparition de deux barres verticales, puis relâchez le bouton. Pour programmer la durée d'ouverture maximale, appuyez une nouvelle fois sur le bouton. Le chiffre 1 équivaut à 10 secondes, le 2 à 20 secondes, etc. Comme précédemment, maintenez le bouton enfoncé durant environ 2 secondes à chaque étape. Relâchez le bouton lorsque vous avez atteint la durée souhaitée. Attendez quelques seconde que la lettre H s'affiche et que retentisse le son intermittent. Vous pouvez programmer une durée d'ouverture comprise entre 10 et 90 secondes, la valeur par défaut étant de 60 secondes. Pour voir la dernière valeur enregistrée, appuyez brièvement sur le bouton ; le chiffre correspondant à la durée programmée clignotera.

Utilisation

Placez le dispositif de surveillance dans votre réfrigérateur et laissez-le « s'acclimater » au moins deux heures. La chaleur emmagasinée aura le temps de s'évacuer et sera moins susceptible de fausser la mesure. À la prochaine ouverture de la porte, vous devriez voir s'afficher la température actuelle. Le dispositif de surveillance est maintenant en mode d'alerte : le temporisateur/compteur démarre dès que la porte s'ouvre pour déterminer son temps d'ouverture, et la température actuelle est comparée à la température maximale programmée.

Des expériences effectuées avec plusieurs capteurs KTY81-210 ont montré que la méthode de calibration décrite ci-dessus (et un bon multimètre) permettait d'obtenir une précision d'environ ±1,5 °C. Si vous souhaitez une meilleure précision, utilisez un thermomètre étalonné et appuyez-vous sur les mesures trouvées pour régler plus finement la résistance ajustable P1.

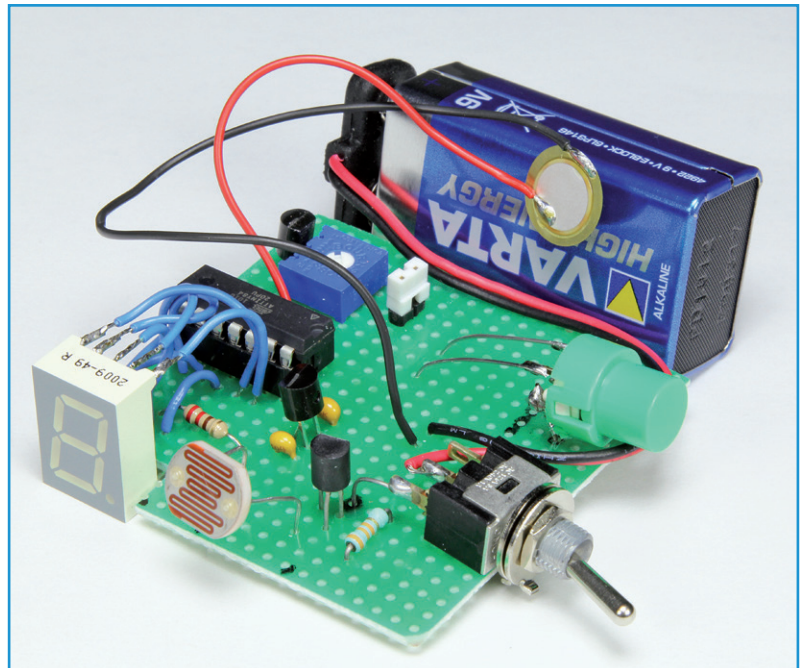
Voilà votre réfrigérateur sous bonne garde !
(130382 - version française : Hervé Moreau)

Liens

- [1] www.elektor-magazine.fr/120264
- [2] www.elektor-magazine.fr/130382

Fonctionnement du programme

La broche PB1 pilote le haut-parleur et est configurée en sortie. La broche PB2 est configurée en entrée à l'aide d'une résistance de forçage au niveau haut. Les convertisseurs A/N sont paramétrés pour fonctionner avec une tension de référence de 1,1 V. Lorsque le bouton S1 est fermé (broche PB2 au niveau bas), les actions de réglage sont déclenchées selon la durée du niveau bas ; la valeur réglée est ensuite enregistrée dans l'EEPROM. Un cycle de mesure dure environ 120 ms et comprend 10 mesures. La moyenne de ces mesures est calculée en fin de cycle. Des essais ont montré que cette façon de procéder donnait des valeurs stables et une précision suffisante. Le programme est écrit en BASCOM et commenté comme il se doit, donc devrait être relativement facile à comprendre.



Liste des composants

Résistances :

- R1 = 220 Ω
- R2 = 33 kΩ
- R3 = photorésistance (1 MΩ dans l'obscurité, 5 à 10 kΩ sous 10 lux)
- R4 = KTY81-210
- P1 = résistance ajustable 5 kΩ

Condensateurs :

- C1,C2 = 100 nF

Semi-conducteurs :

- T1 = BC559
- IC1 = LP2950 CZ3.3
- IC2 = ATtiny84 (programmé, micrologiciel à télécharger [3])

Divers :

- LD1 = afficheur à 7 segments (cathode commune)
- BZ1 = transducteur piézo-électrique
- S1 = bouton, ITT Shadow, rond
- JP1 = cavalier
- S2 = interrupteur à bascule unipolaire, ø 6,2 mm
- Boîtier pour Raspberry Pi
- Support de CI à 14 contacts pour IC2
- Pile de 9 V avec coupleur

