

Montage n°2 • Le flip-flop : deux LED clignotent alternativement

Caractéristiques

Le flip-flop est un montage de base pour tout apprenti électronicien. C'est une des nombreuses applications qui permettent d'étudier le circuit intégré LM 555 (un comparateur de tensions qui envoie un signal d'action lorsqu'un certain voltage est atteint). La proposition d'application qui suit présente en outre la particularité d'être réalisée sans soudure.

Principe

Avant de voir le fonctionnement du flip-flop, voyons comment agit le LM 555.



La *masse* désigne le pôle négatif de l'alimentation (0 V)

La tension d'alimentation positive est parfois appelée *point chaud*.

1. Au repos, l'interrupteur K est fermé. Le courant issu de +E s'écoule vers la masse via R sans passer par le condensateur C.
2. Quand la borne 2 est reliée brièvement à la masse, K s'ouvre et C se charge et la tension à ses bornes croît.
3. Via la borne 6, le comparateur compare la tension aux bornes de C à une tension de référence valant $2/3$ de E. Lorsque les deux tensions sont identiques, K se referme et C se décharge vers la masse.

Pendant toute la durée de charge de C, la sortie 3, normalement à 0 V, passe à une valeur proche de E. C'est ce signal qui est utilisé dans le cadre d'un montage.

La durée de charge dépend de la valeur de C. Plus sa valeur est importante, plus le temps sera long.

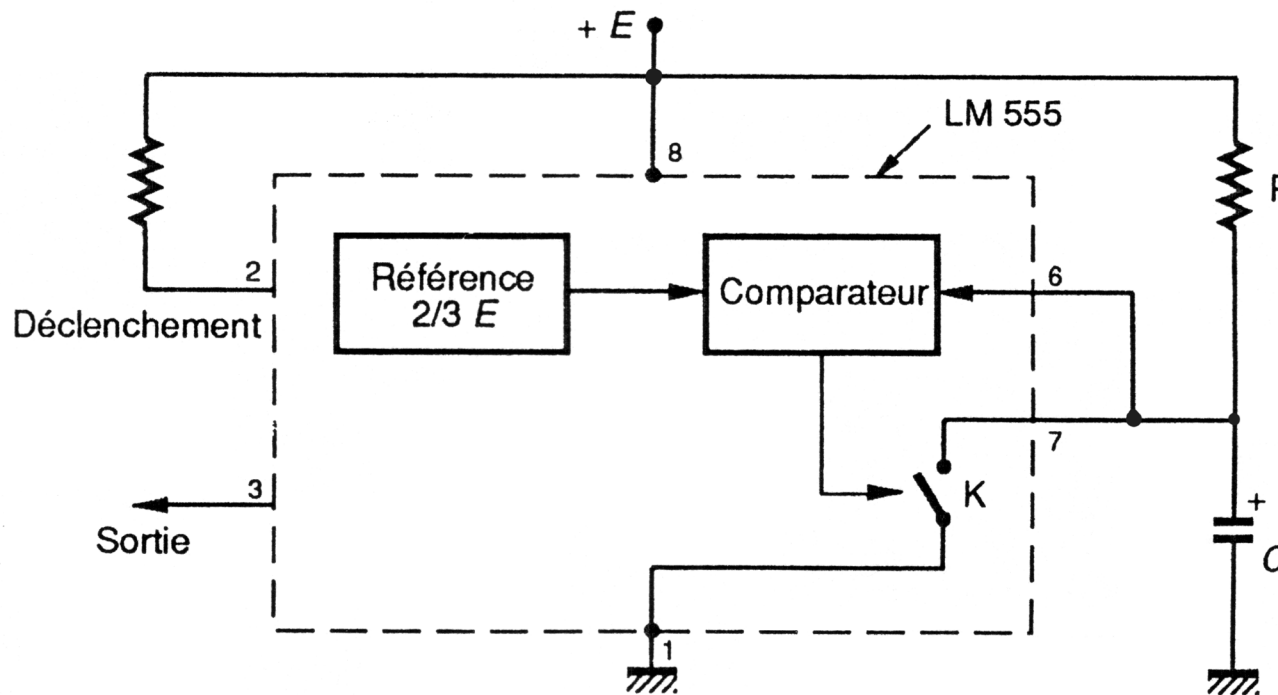
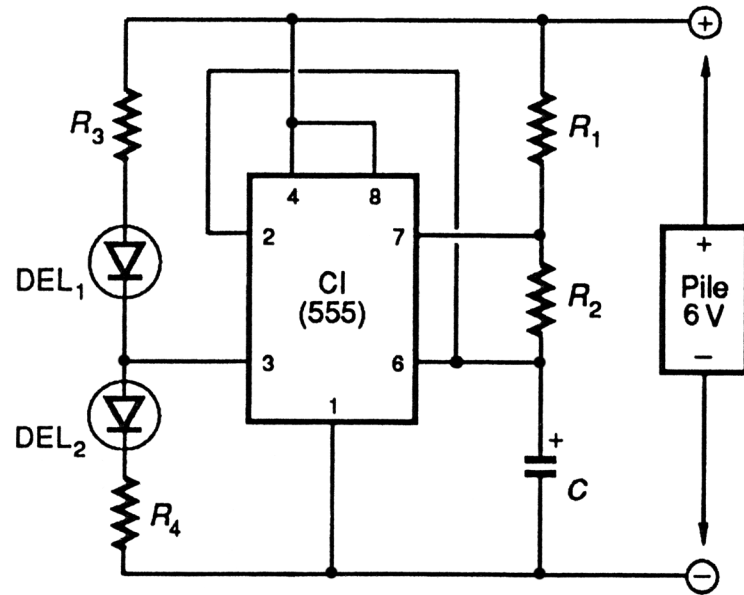


Schéma du flip-flop



Nous retrouvons ici les éléments du schéma ci-dessus. Ont été ajoutés : une résistance R_2 , un pont reliant les bornes 6 (tension de charge du condensateur) et 2 (commande de l'interrupteur K), et le circuit composé des LED.

1. Le condensateur C est déchargé. La tension à ses bornes est de 0 V. La tension à la borne 3 est donc de 0 V également. La cathode de DEL1 est à la masse et elle s'allume. DEL 2 est éteinte.

2. La borne 2 (reliée au condensateur) étant à 0 V, elle ouvre l'interrupteur K. C se charge à travers $R_1 + R_2$. Pendant la charge, la borne 3 passe à environ 5 V. DEL1 s'éteint (il n'y a plus une tension de 1,5 V à ses bornes) et DEL2 s'allume.

3. Lorsque la tension aux bornes de C atteint 4 V, K se ferme et C se décharge via la borne 7 en passant par R_2 . Cette résistance empêche C de se décharger d'un coup. Il lui faudra donc un certain temps pour retrouver 0 V à ses bornes et alors déclencher K par la borne 2.

Pendant la décharge, la borne 3 retombe à 0 V. DEL2 s'éteint et DEL1 s'allume.

4. Le condensateur est complètement déchargé, la borne 2 repasse à 0 V et ouvre K. Le cycle recommence alors.



Le temps de charge et de décharge d'un condensateur dépend de sa capacité (Farad) et de la valeur de la résistance qui la précède. Ici, comme la résistance lors de la charge ($R_1 + R_2$) n'est pas identique à celle lors de la décharge (R_2 uniquement), DEL1 et DEL2 ne resteront pas allumées la même durée.



Un autre type d'oscillateur, fondé cette fois sur des portes logiques, est présenté à la page 85 (dé électronique).

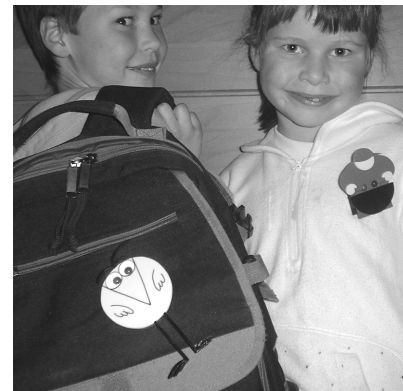
Application n°2 • Un bijou clignotant

Objet d'ornement qui utilise le schéma du flip-flop. Réalisé en PVC, ce bijou se croche à l'aide de deux pins. Le montage électronique se fait sans soudure, selon la technique du « wrapping ».

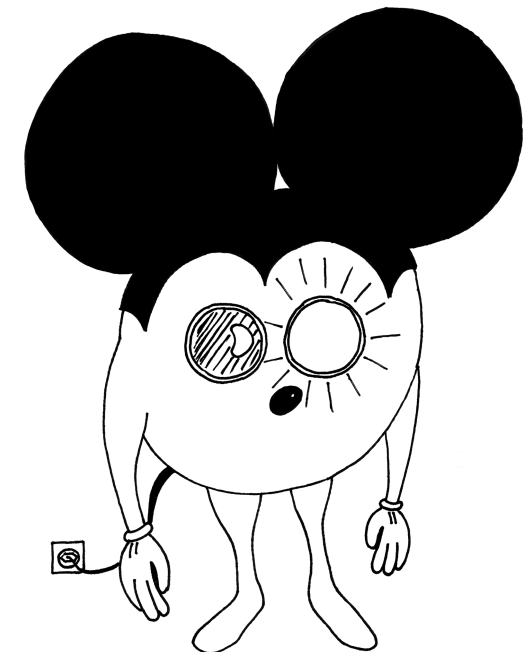
Année de programme	6e - 7e
Temps de réalisation	10-12 périodes
Prix approximatif	Fr. 14.-

Objectifs

- ▶ Découper au cutter, limer, poncer
- ▶ Tenir compte de contraintes mécaniques lors de l'imagination d'un décor
- ▶ Dégainer un fil très fin
- ▶ Exercer la précision du mouvement



FLIP-FLOP CLUB

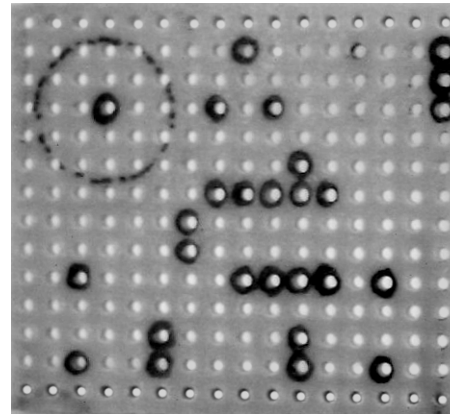
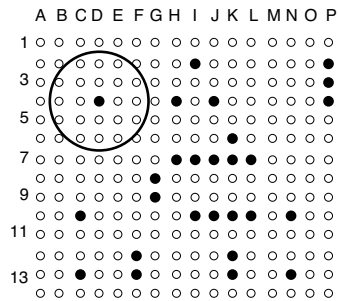


Matériel nécessaire

- un rectangle de PVC de 72 x 60 x 3 mm (boîtier)
- un rectangle de PVC de 130 x 75 x 3 mm (décor Shadok) ou selon motif choisi Fr. 0,50
- une bande de cuivre 73 x 17 x 1 mm
- deux pins Fr. 0,20
- ~ 600 mm de fil gainé pour wrapping Ø 0,2 mm Fr. 0,30
- ~ 40 mm de câble gainé 0,14 mm²
- 11 picots pour wrapping Fr. 1,30
- ~ 20 mm de gaine thermorétractable Ø 1,5 mm Fr. 0,01
- deux piles-boutons de 3 V (par exemple Energizer type 1220) Fr. 6,60
- colle à chaud, colle pour PVC, colle à deux composants (Araldit)
- 4 résistances 0,25 W (R1 : 27 kΩ, R2 : 47 kΩ, R3 : 560 Ω, R4 : 680 Ω) Fr. 0,20
- un condensateur 22 µF électrolytique 16 V au tantale Fr. 1,60
- un circuit intégré LM 555 Fr. 0,30
- deux LED Ø 8 mm (couleur rouge, verte ou jaune à choix) Fr. 0,70
- un petit interrupteur à coulisse Fr. 1,40

Préparation

Avant de lancer la réalisation du support, il est nécessaire de fabriquer un petit gabarit de perçage qui permettra de placer avec précision les différents composants. Afin d'obtenir facilement les écartements exacts, le plus simple est d'utiliser directement un morceau de carte de laboratoire de 42 x 37 mm (16 x 14 perforations) et d'y mettre en évidence au stylo feutre les trous à pointer (voir ci-dessous).

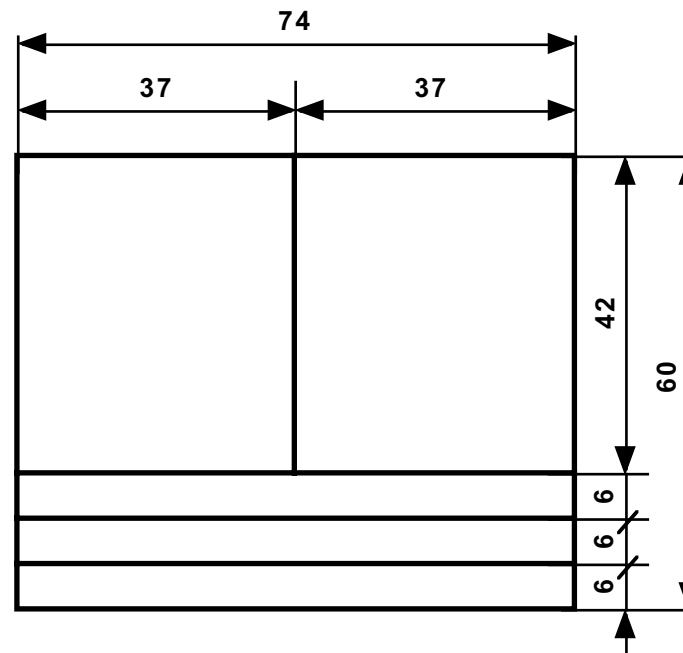


La carte de laboratoire est décrite parmi les différents supports de montages électroniques p. 33.

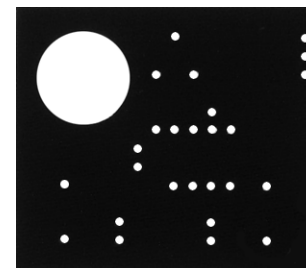
Marche à suivre

Le montage proposé s'inspire librement de la technique du *wrapping*. Comme les picots utilisés normalement sont assez coûteux, on en emploiera ici que le minimum nécessaire (pour le circuit intégré et pour le commutateur à glissière). Les « pattes » même des composants tiendront le rôle des picots restant.

1. Tracer et découper au cutter les pièces en PVC du boîtier selon le plan de découpe ci-contre.



2. À l'aide du gabarit de perçage, pointer l'emplacement des trous sur un des rectangles de 42 x 37 mm. Percer tous les trous avec une mèche de 1 mm, excepté le logement des piles au Ø 13 mm. Les piles-boutons doivent pouvoir passer librement dans l'orifice. Essayer et, si nécessaire, agrandir un peu à la lime ou au cutter.

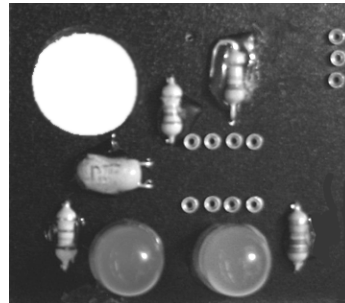
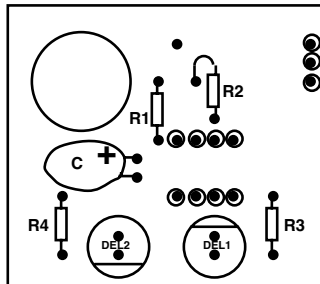


Le *wrapping* est décrit dans le cadre des différents types de montage à la p. 32.



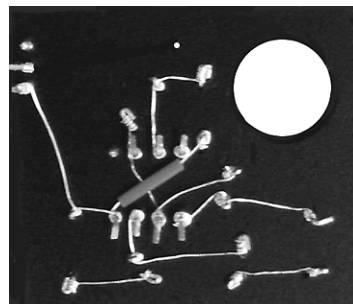
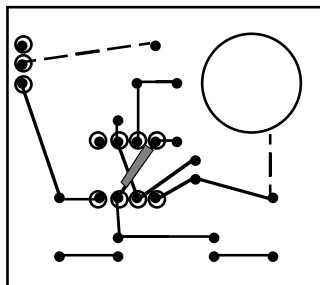
Du fil de cuivre nu de Ø 0,2 mm étant introuvable (à ma connaissance), il faut se résoudre à acheter du fil gainé pour *wrapping* et d'ôter sa gaine. Cette opération est un peu délicate : il faut procéder par courtes sections et bien tirer dans l'alignement du fil. Surtout, il faut éviter de plier le fil, qui se cassera très rapidement en cet endroit. Heureusement, il n'est pas nécessaire d'avoir, pour le montage présenté ici, de longues portions de fil.

3. Positionner les résistances, le condensateur et les LED et plier leurs broches à la bonne longueur. Mettre une goutte de colle à chaud sous les composants et les coller en place. Laisser dépasser les pattes au verso sans les couper. Enfoncer les picots (huit pour le circuit intégré et trois pour le commutateur) à leur place dans le PVC.



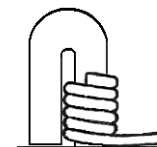
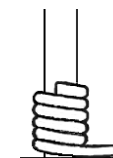
Les schémas à l'échelle 2:1 sont disponibles dans les annexes A en fin de mémoire.

4. Câbler ensemble les broches avec du fil de cuivre de Ø 0,2 mm selon le schéma ci-dessous. Les liens discontinus seront câblés ultérieurement.



Enrouler le fil serré

Couper et replier la broche



Le câblage s'effectue en enroulant de manière serrée le fil au début d'un tronçon sur quatre ou cinq tours. Enrouler ensuite le fil sur la broche suivante, etc. On peut s'aider d'une pince, mais attention de ne pas torsader le fil sur lui-même, car il se casse alors rapidement. Une fois un tronçon câblé solidement, couper les broches au double de la hauteur des spires et les replier par-dessus celles-ci pour éviter que le fil ne sorte par le haut. Ne pas couper la broche de R4 d'où part la ligne discontinue !

Ne pas oublier de glisser un morceau de gaine thermorétractable de Ø 1,5 mm entre les broches 3 et 8 du circuit intégré (voir schéma).

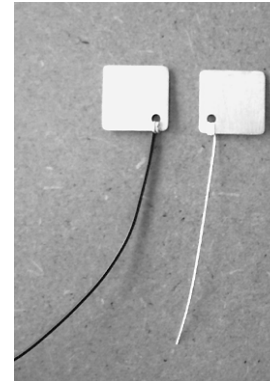
5. Découper deux carrés de 17 x 17 mm dans une chute de cuivre de 0,5 mm d'épaisseur. Percer dans chaque pièce un trou de Ø 2,5 mm dans un coin. Limer les bords, arrondir les coins et polir les surfaces.

6. Contact positif : enrouler plusieurs fois dans le trou un fil de cuivre de Ø 0,2 mm.

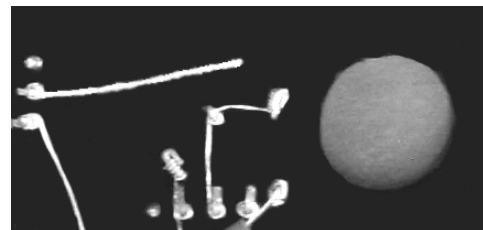
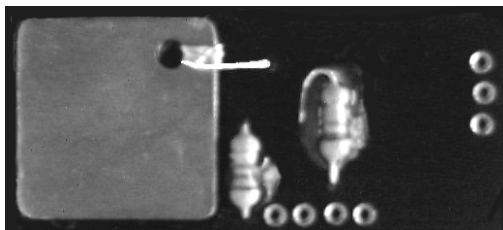
Contact négatif : dénuder un fil gainé noir sur environ 3 cm, torsader les brins, puis enrouler plusieurs fois la partie dénudée dans le trou. Poser une goutte de colle à chaud sur l'épissure afin de solidariser les deux éléments (risque de cassure ultérieure).

7. Placer le contact positif du côté des composants. Passer le fil nu dans le trou de passage. Enrouler le fil sur la borne centrale du commutateur.

Coller le contact à l'Araldit en laissant environ 1 mm entre le contact et les bords de la plaque en PVC. Être en outre attentif à ce que le contact ne touche pas les broches des composants avoisinants.



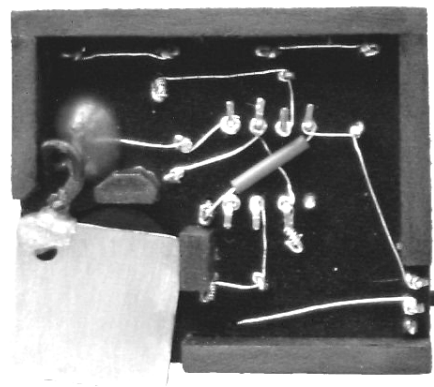
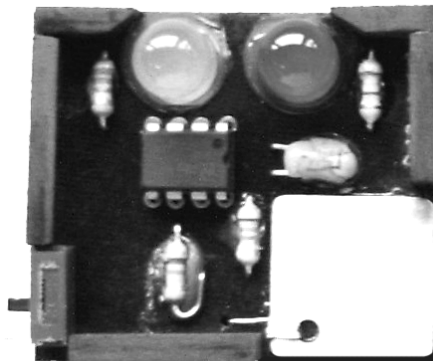
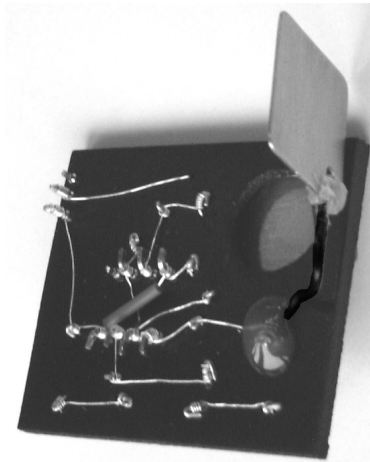
Enrober un élément mobile ou fragile dans une colle ou un mastic est assez courant dans les circuits industriels. Cela renforce la résistance aux vibrations et aux tractions tout en conservant la conduction électrique aux points de contact.



8. Sur le second contact (contact négatif), dénuder l'autre extrémité du fil noir. Torsader les brins et enrouler autour de la broche de la résistance R4 (ligne discontinue sur le schéma de câblage). Couper et replier la broche sur les fils enroulés. Serrer avec une pince.

Contrôler le contact à l'ohmmètre, puis couler une goutte de colle à chaud sur la broche. Recontrôler le contact à l'ohmmètre.

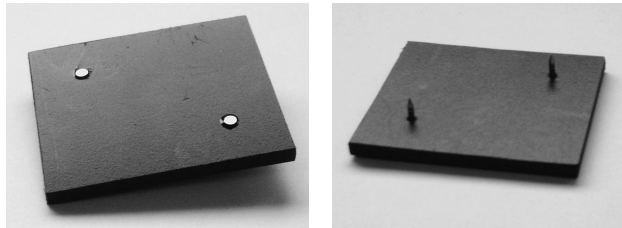
9. Coller les bords de 6 mm au recto et au verso du circuit en PVC (voir photos ci-dessous). Implanter le circuit intégré et l'interrupteur.



Les bords ont plusieurs fonctions :

- supports pour coller le fond et le décor
- maintenir en place le contact négatif mobile et l'empêcher de créer de courts-circuits
- cacher et protéger le câblage

10. Pointer en deux endroits le fond (42 x 37 mm) pour l'emplacement des *pins*. Encoller ces derniers à l'Araldit et les enfoncer dans le PVC.

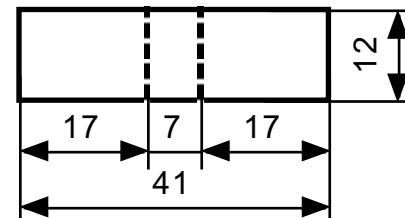


11. Coller le fond sur le boîtier.

12. Découper dans une chute de PVC un carré de 18 x 18 mm. Le coller sur le contact positif (côté composant), afin d'isoler le contact.

13. Limer, poncer et polir les bords du boîtier dans le but d'égaliser les faces et de donner une impression d'unité aux différentes couches.

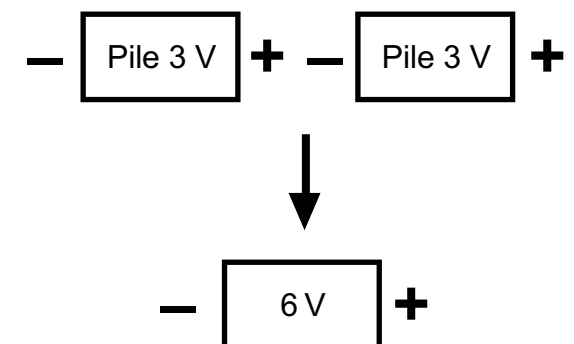
14. Découper et plier dans une bande de cuivre la petite pince qui tiendra le contact négatif mobile et le boîtier ensemble.



Glisser les deux piles-bouton l'une sur l'autre à leur place dans le circuit en PVC (pôle positif dans le fond en direction des composants), placer par dessus le contact négatif et serrer le tout avec la petite pince en cuivre.



Lorsque l'on veut additionner la valeur de deux piles, il faut les mettre en série :



15. Dessiner et découper le décor. Limer les bords. Coller le décor sur le boîtier.

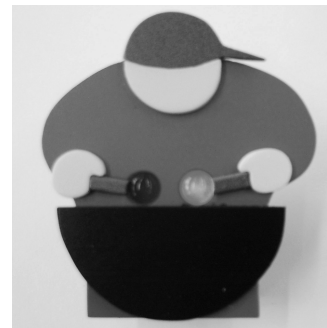
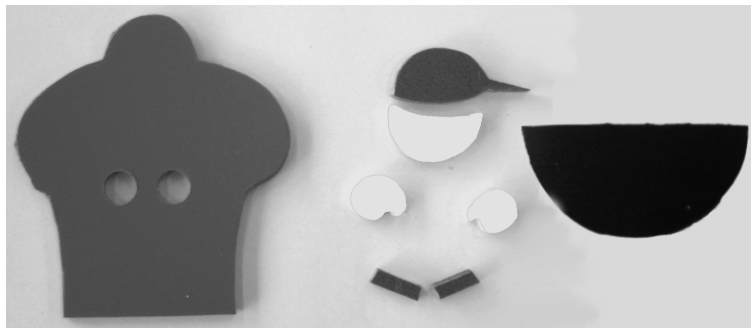
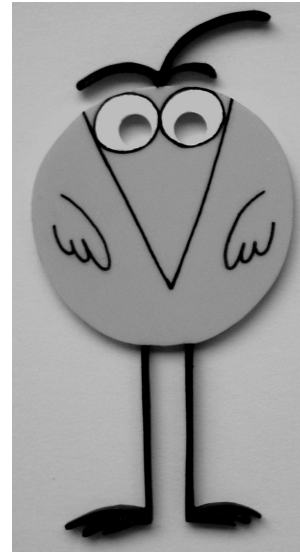
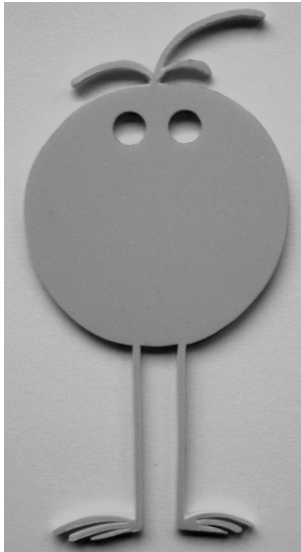
Contraintes mécaniques:

- le décor doit être plus grand que le boîtier
- l'écartement entre les perçages pour le passage des LED doit être respecté



Diamètre des perçages : 8 mm
Écartement : 13 mm

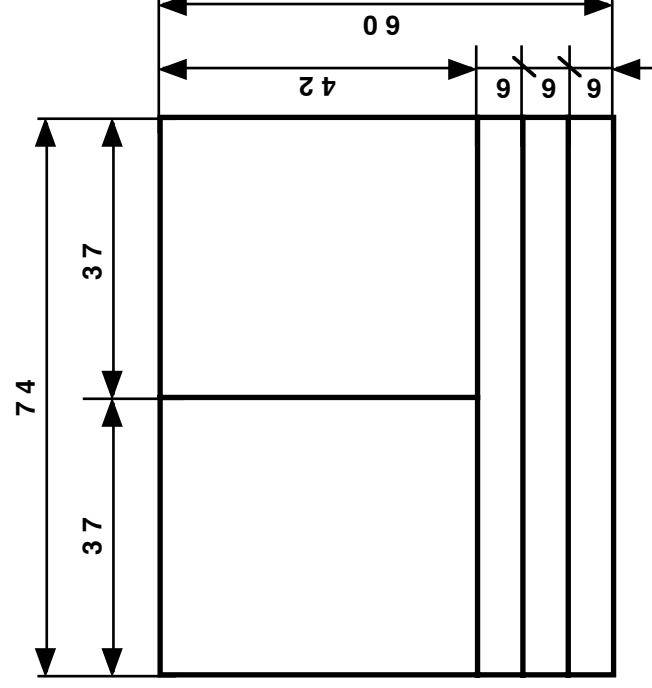
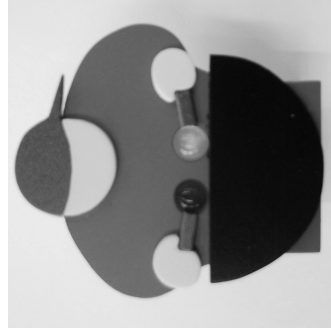
Exemples de décors



Liste de prix indicatifs des principaux éléments composant le bijou clignotant.

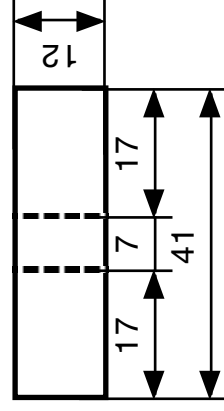
Dénomination	Type, dimensions	Fournisseur, lieu d'achat	Référence, n° de commande	Nombre de pièces achetées	Prix unitaire	Commentaire, quantité réellement nécessaire
Plaque de PVC	500 x 350 x 2 mm	Migros		1+	5.50	env. 190 x 75 mm
Pins (clou + attache)		Dépôt SVTM	PIN100	1+	11.90	2 pièces (sachet de 100 pièces)
Résistance 27 k Ω 0,25 W	Couche de carbone	Distrelec	70 00 42	100+	0.04	1 pièce
Résistance 47 k Ω 0,25 W	Couche de carbone	Distrelec	70 00 45	100+	0.04	1 pièce
Résistance 560 Ω 0,25 W	Couche de carbone	Distrelec	70 00 22	100+	0.04	1 pièce
Résistance 680 Ω 0,25 W	Couche de carbone	Distrelec	70 00 23	100+	0.04	1 pièce
Condensateur 22 μ F 16 V	Electrolytique	Distrelec	81 03 30	100+	1.60	1 pièce
Circuit intégré LM 555	Timer DIL-8	Distrelec	64 12 40	50+	0.30	1 pièce
LED \varnothing 8 mm	Rouge	Distrelec	25 32 01	50+	0.35	1 pièce
LED \varnothing 8 mm	Verte	Distrelec	25 32 02	50+	0.35	1 pièce
Mini interrupteur	ON-ON sur le côté	Distrelec	20 01 82	50+	1.40	1 pièce
Fil gainé pour wrapping	\varnothing 0,254 mm	Distrelec	51 38 56	1+	36.30	Bobine de 100 m
Broche pour wrapping (picot)		Distrelec	45 01 55	2+	12.10	11 pièces (sachet de 100 pièces)
Pile-bouton 3 V Energizer	CR 1220	Distrelec	97 15 86	25+	3.30	2 pièces

Un bijou clignotant



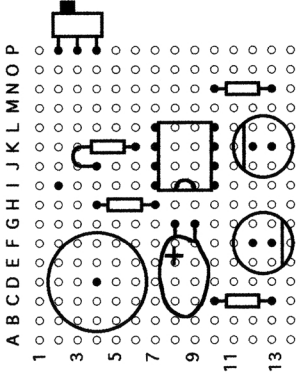
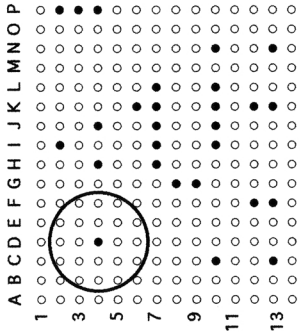
1. Tracer et découper au cutter les pièces en PVC du boîtier selon le plan de découpe ci-contre.
2. À l'aide du gabarit de perçage, pointer l'emplacement des trous sur un des rectangles de 42 x 37 mm. Percer tous les trous avec une mèche de 1 mm, excepté le logement des piles au Ø 13 mm.
3. Positionner les résistances, le condensateur et les LED (voir feuille des plans) et plier leurs broches à la bonne longueur. Mettre une goutte de colle à chaud sous les composants et les coller en place. Laisser dépasser les pattes au verso sans les couper. Enfoncer les picots (huit pour le circuit intégré et trois pour le commutateur) à leur place dans le PVC.
4. Câbler ensemble les broches avec du fil de cuivre de Ø 0,2 mm selon le schéma. Les liens discontinus seront câblés ultérieurement.
5. Découper deux carrés de 17 x 17 mm dans une chute de cuivre de 0,5 mm d'épaisseur. Percer dans chaque pièce un trou de Ø 2,5 mm dans un coin. Limer les bords, arrondir les coins et polir les surfaces.
6. Contact positif : enrouler plusieurs fois dans le trou un fil de cuivre de Ø 0,2 mm.
Contact négatif : dénuder un fil gainé noir sur environ 3 cm, torsader les brins, puis enrouler plusieurs fois la partie dégainée dans le trou. Poser une goutte de colle à chaud sur l'épissure afin de solidariser les deux éléments.
7. Placer le contact positif du côté des composants. Passer le fil nu dans le trou de passage. Enrouler le fil sur la borne centrale du commutateur. Coller.
8. Sur le second contact (contact négatif), dénuder l'autre extrémité du fil noir. Torsader les brins et enrouler autour de la broche de la résistance R4 (ligne discontinue sur le schéma de câblage). Couper et replier la broche sur les fils enroulés. Serrer avec une pince.
9. Coller les bords de 6 mm au recto et au verso du circuit en PVC. Implanter le circuit intégré et l'interrupteur.
10. Pointer en deux endroits le fond pour l'emplacement des *pins*. Encoller ces derniers et les enfoncer dans le PVC.

11. Coller le fond sur le boîtier.
12. Découper dans une chute de PVC un carré de 18 x 18 mm. Le coller sur le contact positif.
13. Limer, poncer et polir les bords du boîtier dans le but d'égaliser les faces.
14. Découper et plier dans une bande de cuivre la petite pince qui tiendra le contact négatif mobile et le boîtier ensemble.
15. Dessiner et découper le décor. Limer les bords. Coller le décor sur le boîtier.



Circuit du bijou clignotant

Gabarit de perçage et place des composants
Échelle 1:1



Implantation des composants dans le PVC et câblage
Échelle 1:1 et échelle 2:1

