Dé électronique

1- Présentation du projet

Il s'agit d'un dé électronique : la valeur faciale est donnée par un afficheur 7 segments.

Pour « lancer » le dé, il suffit d'appuyer sur un bouton poussoir.

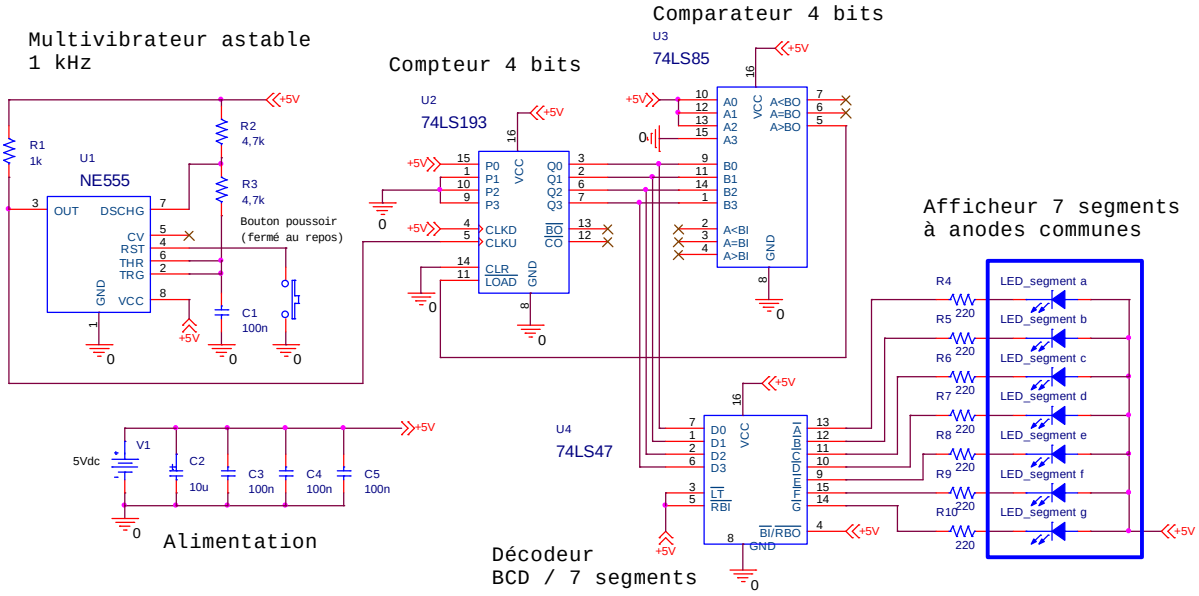
Le dé est paramétrable (en modifiant de façon simple le schéma électrique) :

- 2 à 10 faces
- plus petite valeur faciale : 0
- plus grande valeur faciale : 9

On peut ainsi construire un dé à 5 faces avec les valeurs 4, 5, 6, 7 et 8 …

2- Schéma électrique

Cas d'un dé à 6 faces (valeurs faciales : 1, 2, 3, 4, 5 et 6)



3- Analyse du montage

- Le multivibrateur astable à NE555

Le circuit intégré NE555 est utilisé en multivibrateur astable.
En sortie (broche 3), on obtient un signal logique (compatible TTL) dont la fréquence dépend des résistances R_2 et R_3 et de la capacité du condensateur C_1 :

$$f \approx \frac{1,44}{(R_2 + 2R_3)C} = \frac{1,44}{(4700 + 2\times 4700)100\times 10^{-9}} \approx 1\,\text{kHz}$$

- Le bouton poussoir

Si l'entrée RESET (broche 4 du NE555) est au niveau bas, la sortie (broche 3 du NE555) est forcée au niveau bas.

Par conséquent, quand le bouton poussoir est au repos (c'est-à-dire fermé), l'entrée RESET est au niveau bas et le multivibrateur astable est inactif (sortie figée au niveau bas).
Quand on appuie sur le bouton poussoir (ouvert), l'entrée RESET est au niveau haut, et le multivibrateur astable fonctionne normalement (fréquence d'environ 1 kHz en sortie).

- Le compteur 4 bits 74LS193

Le compteur/décompteur synchrone 4 bits 74LS193 est utilisé en compteur (horloge appliquée à l'entrée CLKU, entrée CLKD au niveau haut).

L'horloge du compteur 4 bits 74LS193 est le signal de sortie du multivibrateur astable précédent.
A chaque front montant de l'horloge, la valeur du compteur ($Q_3Q_2Q_1Q_0$) est incrémentée.

Si l'entrée /LOAD (broche 11) est au niveau bas, la valeur du compteur est chargée avec le nombre binaire ($P_3P_2P_1P_0$), et ceci indépendamment de l'horloge :

($Q_3Q_2Q_1Q_0$) = ($P_3P_2P_1P_0$) = (0001) = 1 en décimal.

- Le comparateur 4 bits 74LS85

Le comparateur 4 bits 74LS85 permet de comparer deux nombres binaires de 4 bits.

Si le nombre A = ($A_3A_2A_1A_0$) est strictement supérieur au nombre B = ($B_3B_2B_1B_0$), alors la sortie « A > B » (broche 5) est au niveau haut.

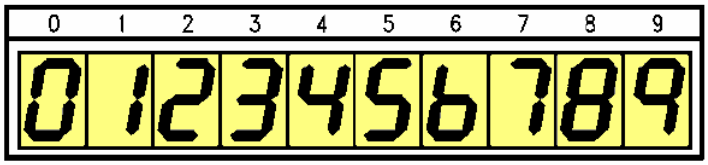
Le nombre B correspond à la valeur du compteur précédent (74LS193).
Le nombre A est fixe et égal à (0111) = 7 en décimal.

La sortie « A > B » est donc au niveau bas quand la valeur du compteur est supérieure ou égale à 7.

La sortie « A > B » est reliée à l'entrée /LOAD du compteur 74LS193.

- Le décodeur BCD / 7 segments 74LS47

Le 74LS47 permet de commander directement un afficheur 7 segments (à anodes communes). Il suffit de placer en entrée la valeur binaire ($D_3D_2D_1D_0$) du chiffre à afficher :



On affiche donc la valeur du compteur 74LS193.

- Synthèse

- Bouton poussoir appuyé

L'horloge du compteur 74LS193 a une fréquence de 1 kHz.
Chaque milliseconde, la valeur du compteur est incrémentée.
Quand la valeur du compteur atteint 7, l'entrée /LOAD passe au niveau bas, et la valeur du compteur est chargée avec la valeur 1 (le passage de la valeur 7 à la valeur 1 est très rapide : quelques dizaines de nanosecondes).

En définitive, la valeur du compteur suit le cycle suivant :

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 1 \rightarrow \ldots$

L'afficheur 7 segments fait défiler les chiffres $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 1 \rightarrow \ldots$ à une fréquence suffisamment élevée (1 kHz) pour que nos yeux ne puissent pas distinguer un changement (finalement nous verrons un 8).

- Bouton poussoir au repos

On relâche le bouton poussoir.
L'horloge se fige au niveau bas, le compteur se bloque à une valeur « quelconque » (1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6).
L'afficheur affiche le chiffre correspondant.

N.B. Pour construire un dé à 5 faces avec les valeurs 4, 5, 6, 7 et 8, il suffit de modifier le schéma électrique de la façon suivante :

Au niveau de compteur 74LS193 :

Les entrées P_3, P_1 et P_0 sont reliées à la masse, et l'entrée P_2 au + 5 V
($P_3P_2P_1P_0$) = (0100) = 4 en décimal

Au niveau du comparateur 74LS85 :

Les entrées A_2 et A_1 sont reliées à la masse, et les entrées A_3 et A_0 au + 5 V
($A_3A_2A_1A_0$) = (1001) = 9 en décimal

4- Liste des composants

Désignation	Quantité
NE555	1
74xx193	1
74xx85	1
74xx47	1
Afficheur 7 segments (à anodes communes)	1
Bouton poussoir (fermé au repos)	1
Résistance 1 kΩ	1
Résistance 4,7 kΩ	2
Résistance 220 Ω	7
Condensateur 100 nF	4
Condensateur électrochimique 10 µF	1

On n'oubliera pas la source de tension de 5 V continue.