

Séquenceur programmable

THÈME DE BACCALAURÉAT ÉLECTROTECHNIQUE 1986

PROPOSÉ PAR LE LYCÉE ANTONIN ARTAUD

Chef Des Travaux
Monsieur BROU

Professeurs
Messieurs ABATI – LEGUILLOUX – RANDRIANASOLO - WAGNON

LYCÉE ANTONIN ARTAUD
9, Chemin Notre Dame de la Consolation 13013 MARSEILLE

Table des matières

| | |
|---|----|
| SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES..... | 2 |
| DÉFINITION DU SUPPORT TECHNIQUE..... | 3 |
| Le processeur..... | 3 |
| La logique de commande..... | 3 |
| Le système de visualisation..... | 3 |
| Les interfaces..... | 3 |
| SYNOPTIQUE GÉNÉRAL..... | 4 |
| SCHÉMAS..... | 5 |
| Alimentation régulée 5V..... | 5 |
| Alimentation 35V..... | 5 |
| Interfaces de sorties..... | 5 |
| Interfaces d'entrées..... | 6 |
| Comparateur..... | 6 |
| Circuit retardateur..... | 7 |
| NOTICE D'UTILISATION..... | 8 |
| EXEMPLE D'APPLICATION..... | 9 |
| Schéma de raccordement au séquenceur..... | 10 |
| Sorties..... | 10 |
| Entrées..... | 10 |
| Grafcet..... | 11 |
| Listing du programme..... | 12 |
| LISTE DU MATÉRIEL..... | 13 |
| DIFFÉRENTES PARTIES DU PROGRAMME ABORDÉES PAR LE THÈME..... | 14 |
| Aspect pédagogique..... | 14 |
| Aspect industriel..... | 14 |

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Le séquenceur proposé permet l'automatisation d'un système défini par un GRAFCET linéaire à 127 étapes au maximum

Il comporte :

- 8 entrées pouvant recevoir 8 capteurs ou plus suivant le câblage extérieur
- 7 sorties indépendantes délivrant un courant de 2A sous une tension comprise entre 24 et 220 V
- un interfaçage des entrées par photo-coupleurs et un interfaçage des sorties par photo-coupleurs et triacs
- une alimentation à partir du réseau 220V

Il est prévu, en plus, deux alimentations internes :

- une alimentation 5V continue régulée pour la logique
- une alimentation redressée et filtrée 24V pour les capteurs

DÉFINITION DU SUPPORT TECHNIQUE

4 parties essentielles constituent le séquenceur programmable :

- le processeur
- la logique de commande
- le système de visualisation
- les interfaces

Le processeur

Il est formé de deux mémoires RAM (6810) de capacité 128 x 8 bits adressées par un compteur binaire (4040) :

- l'une des mémoires (mémoire des entrées) programme les conditions d'entrées
- l'autre (mémoire des sorties) mémorise les conditions de sorties. 7 bits seront utilisés à cet effet, le 8ème servant à la remise à zéro du compteur à la fin du cycle programmé

Un comparateur constitué d'un NAND à 8 entrées (4068) et de 2 OU EXCLUSIF (4030) incrémente le compteur lorsque l'état des capteurs est identique aux conditions d'entrées programmées (réceptivité vraie : franchissement d'une étape)

La logique de commande

La gestion du séquenceur se fait à partir :

- d'un inverseur pour la sélection du mode de fonctionnement (Programmation ou Exécution)
- d'un inverseur pour la commande d'écriture ou de lecture des mémoires
- de deux boutons-poussoirs assurant la remise à zéro du compteur en "Mode Programme" ainsi que l'incrémentation manuelle
- d'un système de 8 interrupteurs pour la programmation des entrées
- d'un système de 8 interrupteurs pour la programmation des sorties
- d'un circuit retardateur qui neutralise les rebondissements des contacts

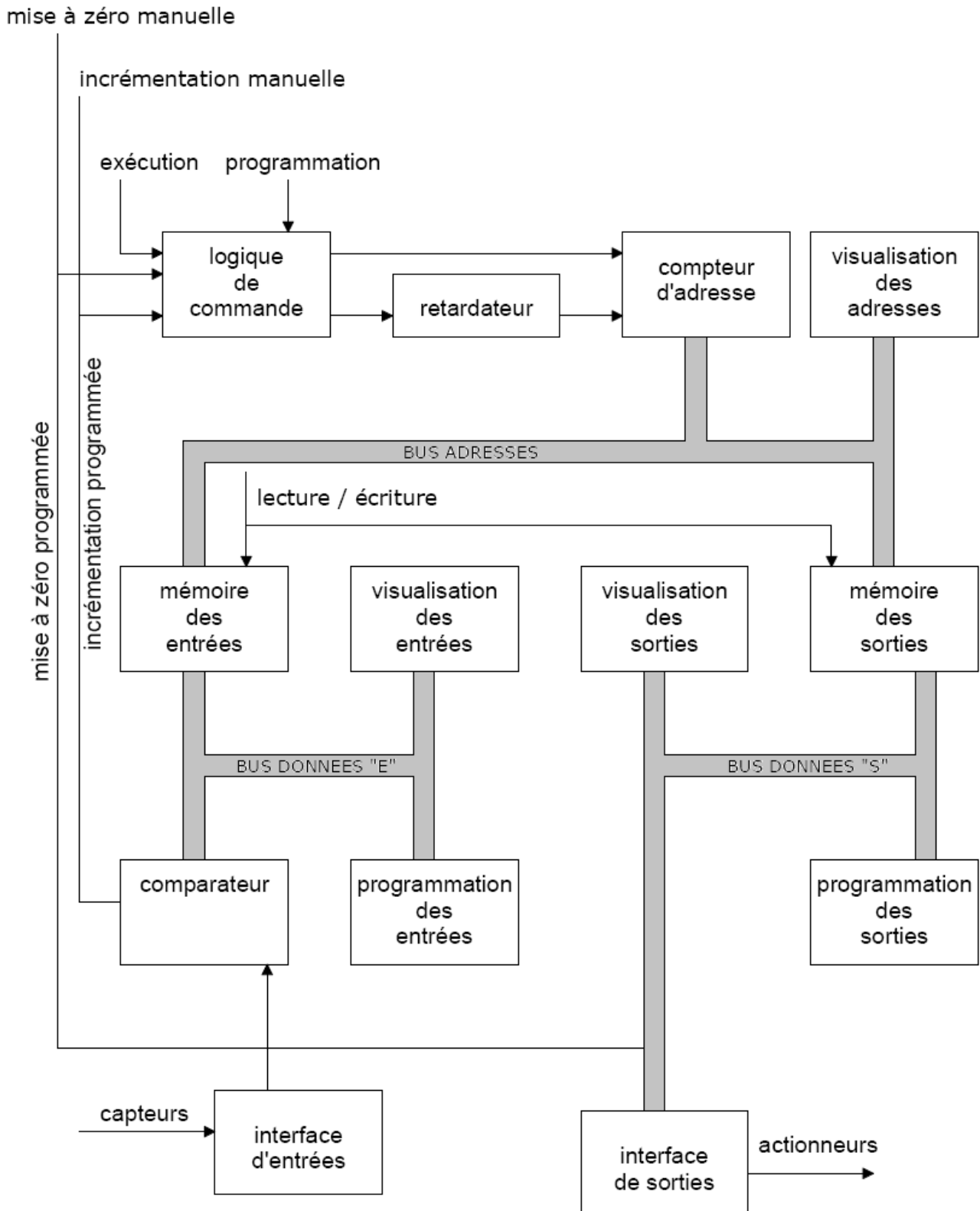
Le système de visualisation

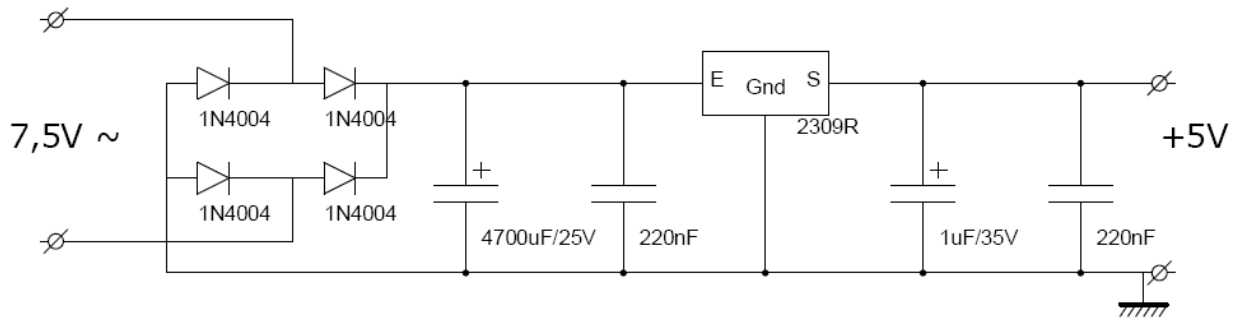
Sa fonction est de renseigner, en permanence, sur l'état des "Bus" d'adresses et de données. Il est constitué par des diodes électroluminescentes LED commandées par des opérateurs de puissance (Inverseur 4049)

Les interfaces

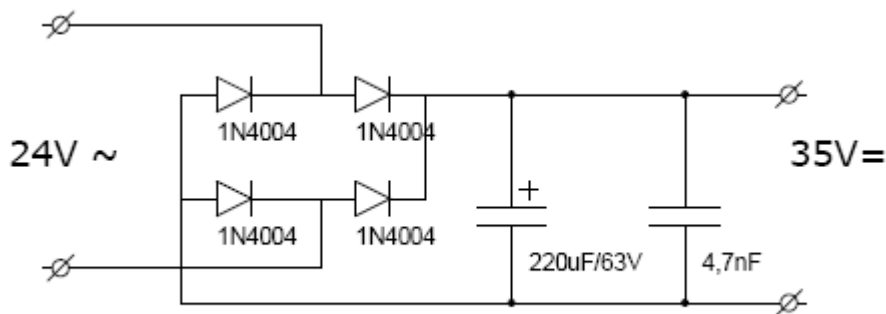
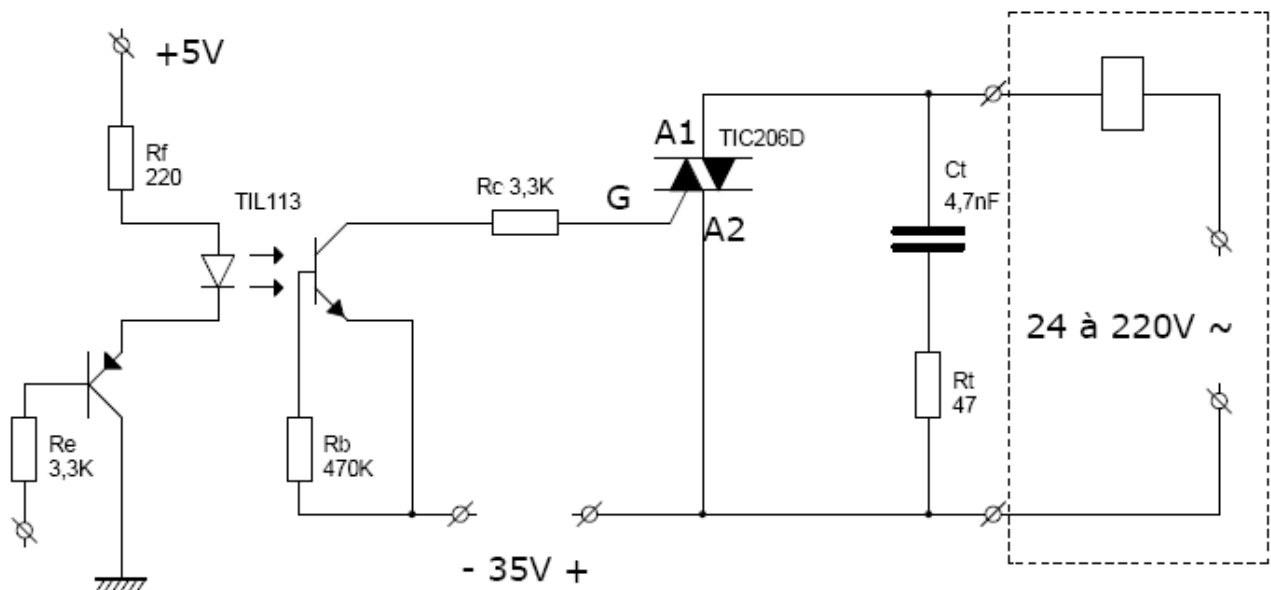
L'interfaçage des entrées (capteurs) est assuré par des photo-coupleurs, celui des sorties par des photo-coupleurs et des triacs

SYNOPTIQUE GÉNÉRAL



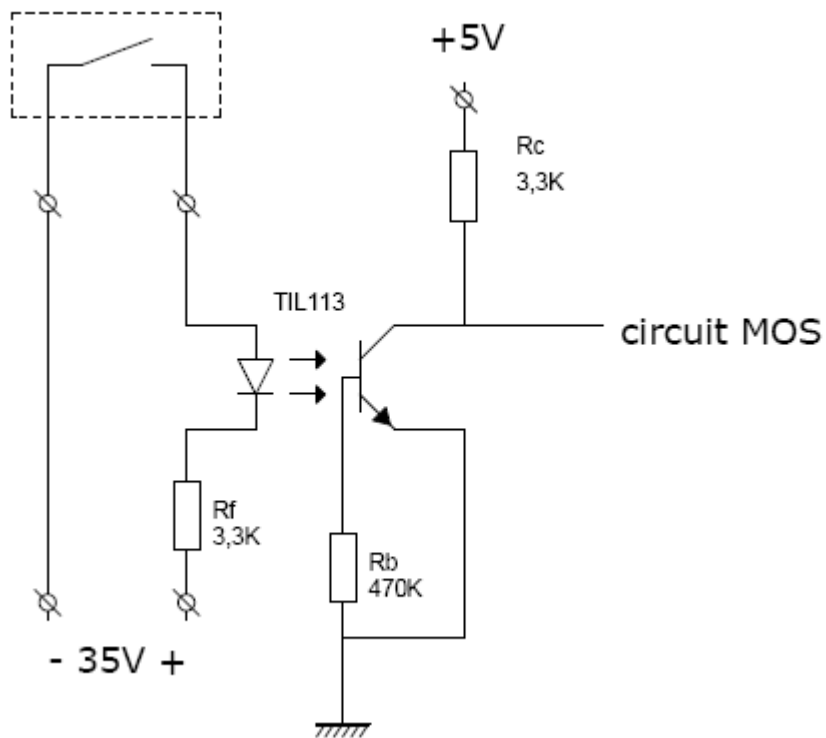
SCHÉMAS**Alimentation régulée 5V**

Le régulateur 2309R est monté sur un dissipateur

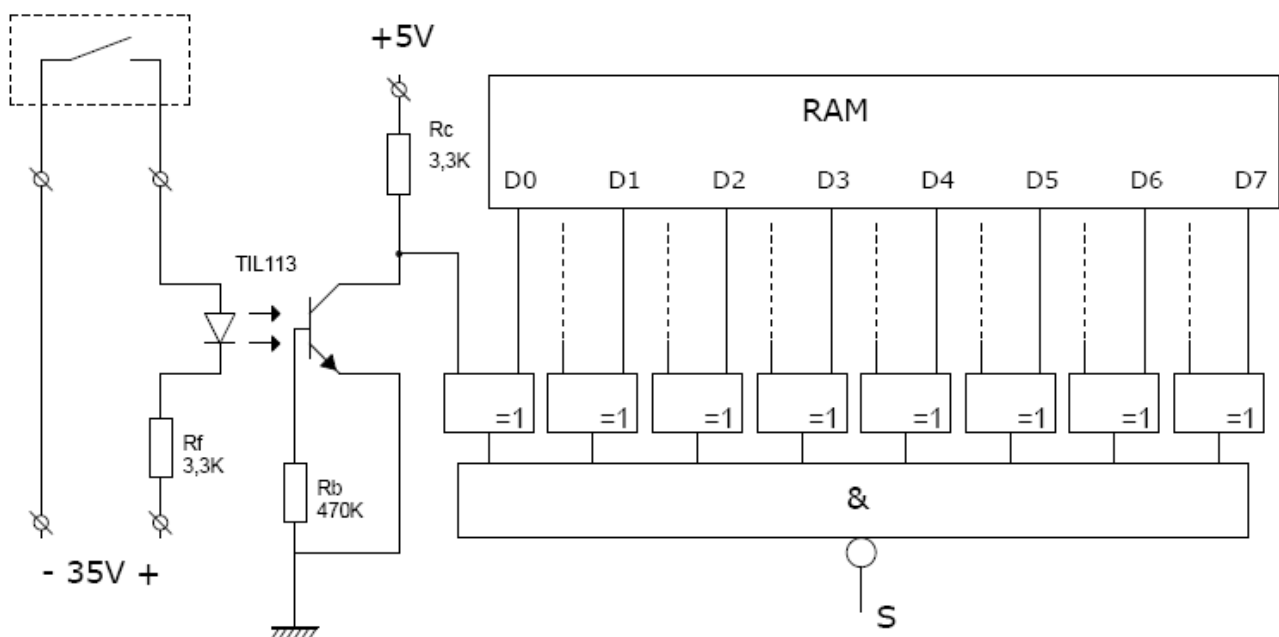
Alimentation 35V**Interfaces de sorties**

Il est à noter que le triac travaille dans les quadrants II et III, dans lesquels les courants de gâchette sont sensiblement de même valeur

Interfaces d'entrées



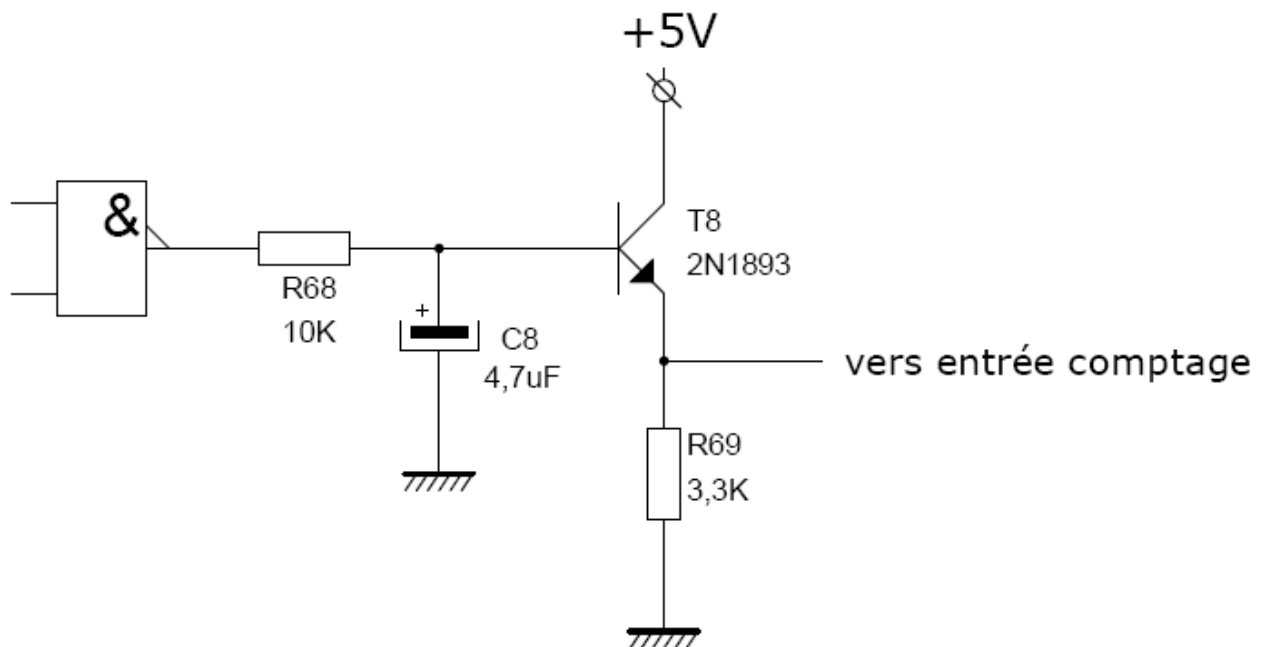
Comparteur



Supposons qu'un niveau 1 sorte de la mémoire par D0, que le contact A soit ouvert. La fonction Ou-Exclusif voit donc un niveau 1 sur chacune de ses entrées, ce qui met sa sortie au niveau 0. Une des entrées de l'opérateur Nand étant au niveau 0, la sortie de cet opérateur est donc obligatoirement au niveau 1, ceci quel que soit l'état des 7 autres entrées

Si le contact A se ferme, le phototransistor du photocoupleur devient passant, ramenant le niveau 0 sur l'entrée de l'opérateur Ou-Exclusif qui voit sa sortie passer à 1. Si toutes les conditions mémorisées(D0 à D7), sont identiques à celles se présentant sur les connexions extérieures, les 8 entrées de la fonction Nand seront au niveau 1 et la sortie passera au niveau 0, permettant l'incréméntation du compteur d'adresses

Circuit retardateur



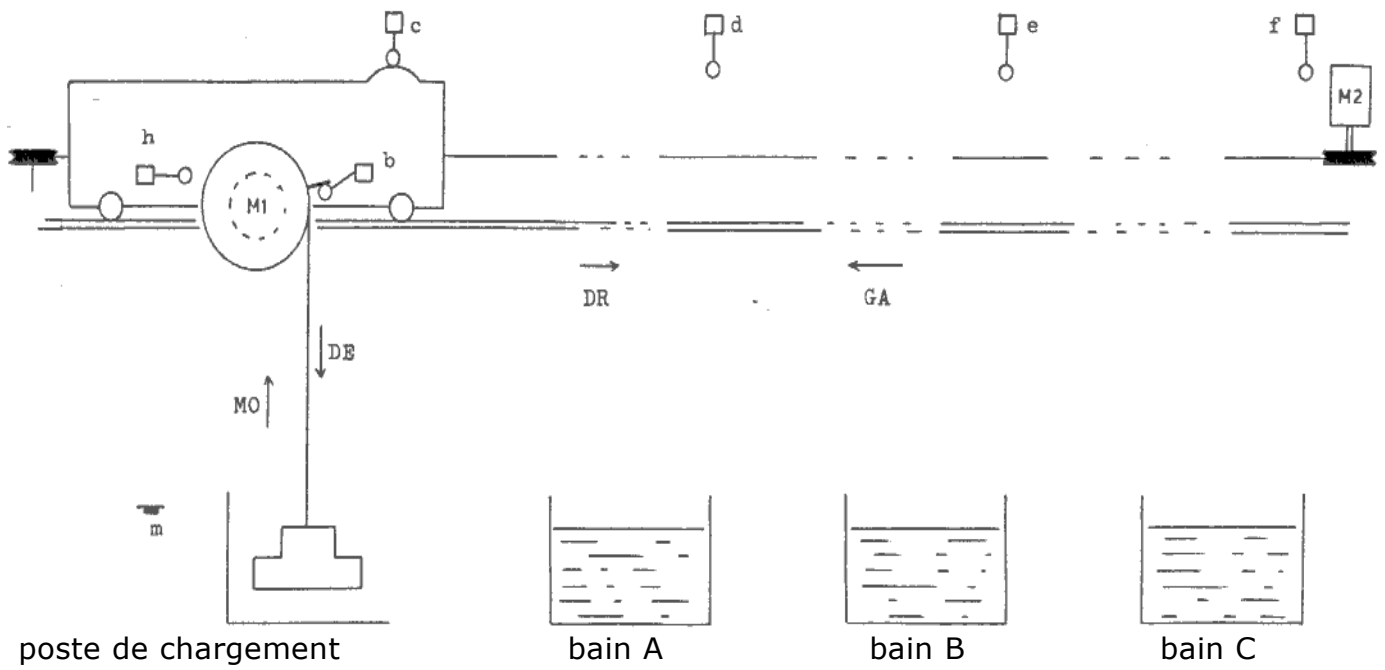
Ce circuit est destiné à neutraliser les rebondissements des contacts connectés sur les huit entrées extérieures du système, ainsi que ceux du bouton-poussoir "incréméntation". Par la même occasion, ce circuit peut aussi neutraliser les "parasites" susceptibles de se présenter sur l'une des 8 entrées

NOTICE D'UTILISATION

Le séquenceur permet de réaliser des automatismes à grafcet linéaire. Il peut prendre en compte un maximum de 8 réceptivités (8 capteurs ou plus selon le câblage extérieur OU câblé, ET câblé). Il possède 7 sorties indépendantes pouvant délivrer un courant de 2A sous une tension comprise entre 0 et 220V. Il permet la programmation de 128 lignes (127 étapes de Grafcet)

- a) A partir du cahier des charges, établir un grafcet de niveau 2 puis réaliser le câblage de la partie puissance et de la partie commande
- b) Relier la partie commande au séquenceur en identifiant les actionneurs et les capteurs, puis faire un grafcet adapté, en mentionnant toutes les variables d'entrée actionnées lors de la transition entre deux étapes
- c) Établir le programme, en respectant les règles suivantes:
 - chaque numéro de ligne du programme doit correspondre au numéro d'une étape
 - pour une étape donnée, la valeur 1 sera affectée à toutes les sorties actives (S0 à S6); par exemple, à l'étape n°1, MO=1, donc S0=1, information qui sera écrite sur la ligne n°1
 - les conditions d'entrée à tester se trouvant logiquement sur la ligne qui précède l'activation de la sortie associée, on écrira sur la ligne n°1, E2=1 et E4=1, ceci signifie qu'à la ligne n°1, la sortie S0 est active et le test de la réceptivité E2,E4 se déroule. Lorsque la réceptivité est vraie, le saut à la ligne suivante s'effectue
 - à la dernière étape, le cycle devra se reboucler vers l'étape initiale. On programme donc le saut à la ligne qui suit, ainsi qu'une impossibilité logique au niveau des entrées, de façon à ce que le compteur ne reçoive pas deux ordres contradictoires (mise à zéro et incrémentation)
- d) Programmer le séquenceur de la façon suivante:
 - basculer les interrupteurs vers écriture et vers programmation
 - remettre à zéro
 - écrire le programme ligne par ligne à l'aide des interrupteurs E0 à E7 et S0 à S6. Les diodes électroluminescentes permettent la visualisation des données et de l'adresse
 - lorsque l'affichage des données est correct, incrémenter, puis écrire les données de la ligne suivante
 - lorsque la dernière ligne a été programmée, passer en mode lecture, puis basculer les interrupteurs de façon à supprimer l'envoi de données d'entrée, de sortie et de saut
 - remettre à zéro
- e) Vérification du programme: agir sur l'incrémentation et sur la remise à zéro pour lire le programme, ligne par ligne
- f) Exécution du programme : remettre à zéro puis passer en mode exécution. Le cycle programmé se déroule

EXEMPLE D'APPLICATION

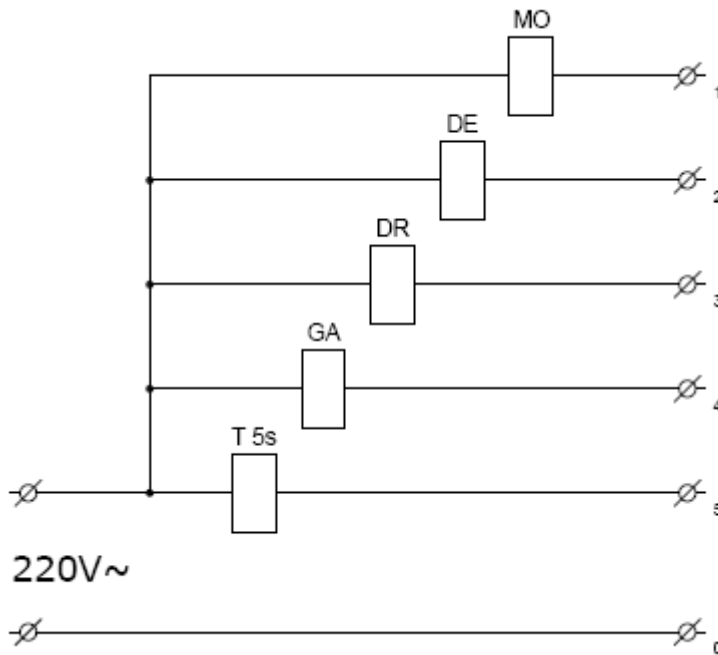


La pièce est chargée, trempe 5s dans le bain A, 15s dans le bain B, 10s dans le bain C, puis revient au poste de chargement

Schéma de raccordement au séquenceur

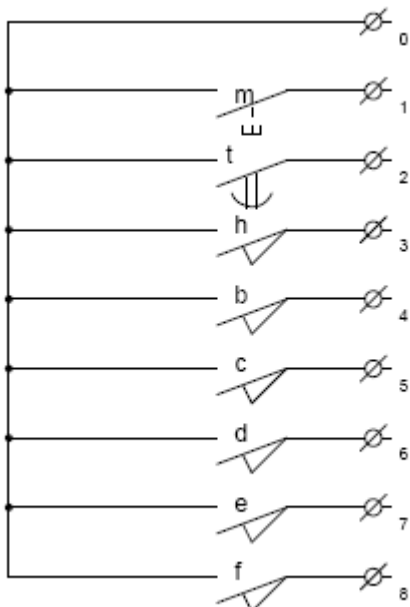
Sorties

S0=MO - S1=DE - S2=DR - S3=GA - S4=T

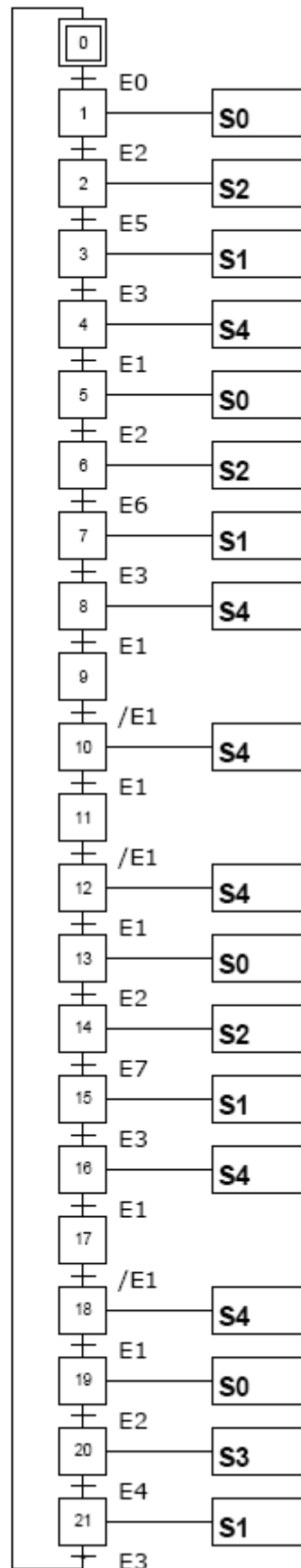
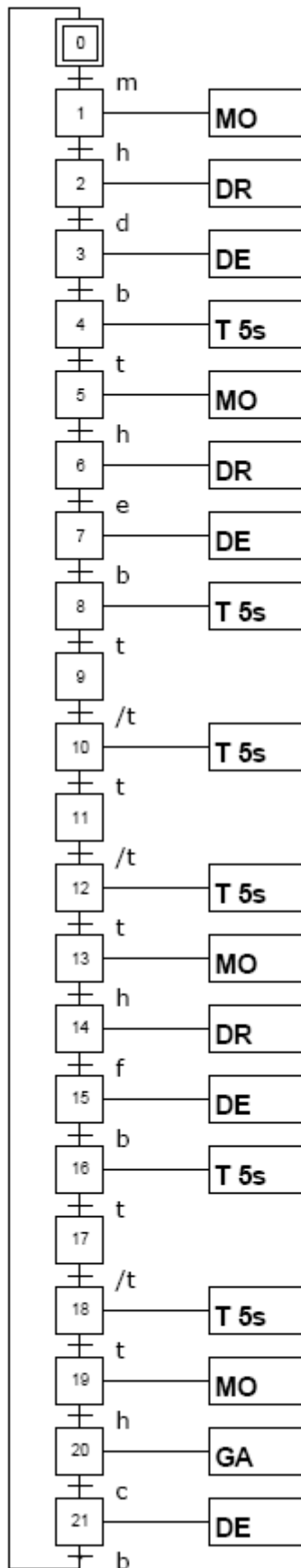


Entrées

E0=m - E1=t - E2=h - E3=b - E4=c - E5=d - E6=e - E7=f



Grafcet



Listing du programme

| N° ligne | E7 | E6 | E5 | E4 | E3 | E2 | E1 | E0 | SAUT | S6 | S5 | S4 | S3 | S2 | S1 | S0 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| (2 2) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

A l'étape (22), la combinaison E7,E6,E5,E4,E3,E2,E1,E0, étant impossible et le bit de saut étant à 1, le compteur se remet à zéro et adresse les mémoires à la ligne 0 (SAUT INCONDITIONNEL). Le cycle peut alors se reproduire

LISTE DU MATÉRIEL

| DÉSIGNATION | RÉFÉRENCE | QUANTITÉ |
|--|------------|----------|
| mémoire statique à écriture/lecture (RAM) | 6810 | 2 |
| sextuple opérateur de puissance inverseur | 4049 | 4 |
| quadruple opérateur ou exclusif à 2 entrées | 4030 | 2 |
| opérateur et - non à 8 entrées | 4068 | 1 |
| quadruple opérateur et - non à 2 entrées | 4011 | 1 |
| compteur binaire 12 étages | 4040 | 1 |
| photocoupleur | SFH600 | 15 |
| régulateur de tension | 2309R | 1 |
| triac | TIC206D | 7 |
| transistor PNP | 2N2907A | 7 |
| transistor NPN | 2N1893 | 1 |
| diode de redressement | 1N4004 | 8 |
| LED rouge | | 15 |
| LED verte | | 7 |
| LED jaune | | 1 |
| dissipateur pour boîtier TO3 | | 1 |
| interrupteur unipolaire à picots à levier | APR5236A | 19 |
| poussoir unipolaire à picots à levier | APR5632A | 2 |
| transformateur 220V/0v5-1v-2v-4v-8v-16v | CECLA 2310 | 1 |
| condensateur 1uF/35v | | 15 |
| condensateur céramique 4,7nF/250V | | 8 |
| condensateur céramique 220nF/250V | | 1 |
| condensateur céramique 220pF | | 1 |
| condensateur chimique 4700uF/25V | | 1 |
| condensateur chimique 470uF/63V | | 1 |
| condensateur chimique 22uF/25V | | 1 |
| condensateur chimique 4,7uF/25V | | 1 |
| résistance 5 % 1/2W 220E | | 30 |
| résistance 5 % 1/2W 1K | | 1 |
| résistance 5 % 1/2W 47E | | 7 |
| résistance 5 % 1/2W 3,3K | | 31 |
| résistance 5 % 1/2W 10K | | 18 |
| résistance 5 % 1/2W 470K | | 15 |
| porte fusible à souder sur circuit + fusible | | 1 |
| bornes soudables sur circuit - 2 points | | 1 |
| bornes soudables sur circuit - 10 points | | 2 |

DIFFÉRENTES PARTIES DU PROGRAMME ABORDÉES PAR LE THÈME

Aspect pédagogique

Indépendamment du fait que le séquenceur permet une introduction à la programmation, il permet aussi l'analyse théorique et expérimentale de différents composants et modules spécifiques, l'étude de notices techniques

Les élèves pourront étudier:

- les différentes fonctions logiques et leur technologie (opérateurs C-MOS)
- les systèmes de comptage (compteur binaire)
- les mémoires (RAM, ROM, PROM) avec visualisation de l'adressage et des données
- les alimentations à courant continu, avec régulation de tension
- les interfaces d'entrée (photocoupleurs)
- les interfaces de sortie (triacs)
- les systèmes de visualisation (LED)

On peut souligner la liaison intéressante qu'il y a entre le Grafcet et le séquenceur, ainsi que les aspects pratiques de sa fabrication (réalisation de circuit imprimé, implantation du matériel, soudage des composants...)

Aspect industriel

Bien que ce séquenceur n'ait pas été conçu en vue d'une utilisation industrielle, ses performances révèlent qu'il peut trouver une application très sûre à la conduite de processus automatiques simples. Des essais intensifs en milieu industriel ont montré sa grande fiabilité. Par ailleurs, son prix de revient très modeste permet de le réaliser à l'échelle d'un lycée