

**CODEUR A INTERRUPTEURS** créé le 13/08/2004  
**POUR RADIOCOMMANDE** révisé le 28/02/2009  
**UTILISANT LA MODULATION PPM**

## **I. PRESENTATION:**

La radio-commande **Skysport 4** de **Robbe-Futaba** est une radio 4 voies proportionnelles en Modulation de Fréquence. Cet ensemble est livré avec un récepteur 5 voies dont seulement 4 sont utilisées.

Pratiquant le modélisme naval, et désirant animer au maximum mes modèles réduits, il m'est nécessaire de disposer de sorties **Tout-Ou-Rien (TOR)** pilotées par **plusieurs** interrupteurs depuis l'émetteur pour activer ou désactiver les différentes animations.

Pour piloter un modèle réduit de bateau, seules 2 voies proportionnelles sont nécessaires :

- 1 voie proportionnelle pour la propulsion
- 1 voie proportionnelle pour la direction

En utilisant la radio-commande **Skysport 4**, il reste 2 voies proportionnelles de disponibles sur le récepteur associées à leur potentiomètre (manche) sur l'émetteur. La cinquième voie étant un peu spéciale, elle restera inutilisée.

### **I.1. Le nom du système : POLYTOR**

**POLYTOR**, nom composé de :

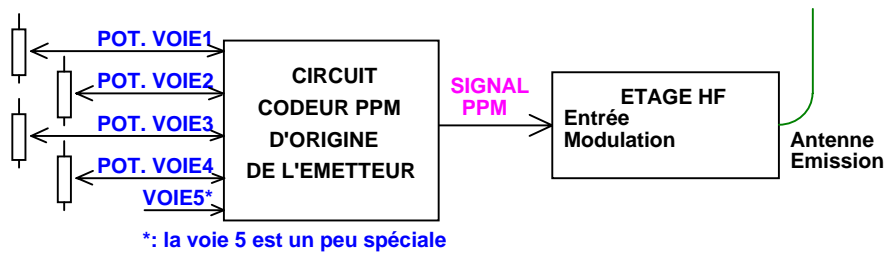
- POLY : racine gréco-latine qui signifie plusieurs, nombreux,
- TOR : Tout-Ou-Rien,

**POLYTOR**, car le système doit piloter **plusieurs** sorties **Tout-Ou-Rien** depuis **plusieurs** interrupteurs **Tout-Ou-Rien**.

L'idée consiste donc à remplacer un des potentiomètres de l'émetteur par un système qui analyse la position de 15 interrupteurs (Codeur à plusieurs Interrupteurs : **codeur POLYTOR**).

Au niveau du récepteur, sur la voie utilisée, est connecté un **décodeur POLYTOR** qui active ou désactive les 15 sorties **Tout-Ou-Rien** selon la position des interrupteurs situés sur le **codeur POLYTOR** monté sur l'émetteur.

## II. LE CODEUR PPM CLASSIQUE:



Le codeur PPM d'origine de l'émetteur analyse tour à tour la position des potentiomètres associés aux différentes voies et génère un train d'impulsion (Signal PPM). Il les balaye toutes les 20 ms environ. Le signal PPM va moduler en Fréquence (FM) ou en Amplitude (AM) la porteuse Haute Fréquence.

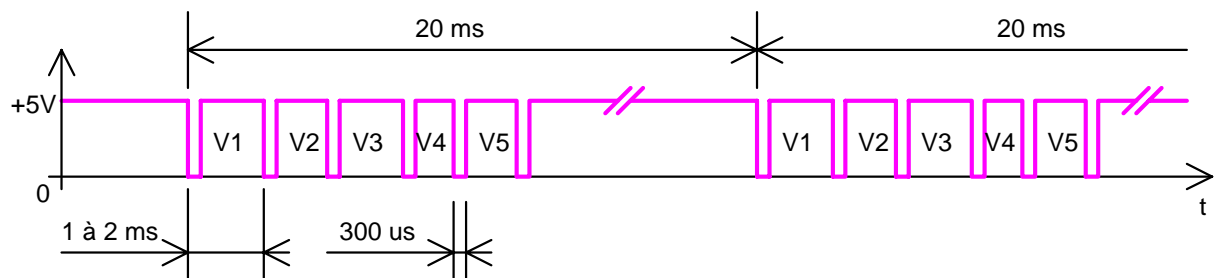
Analysons à l'oscilloscope le signal PPM qui module la porteuse à 41 MHz de notre émetteur **Skysport 4** d'origine.

Ce signal **PPM** (Modulation de **P**osition par **imP**ulsion) est disponible sur la prise écolage situé au dos de l'émetteur.

Pour l'émetteur **Skysport 4**, ce signal **PPM** est inversé par rapport à celui généré par d'autres marques de radio-commande : il s'agit d'une modulation **PPM négative**.

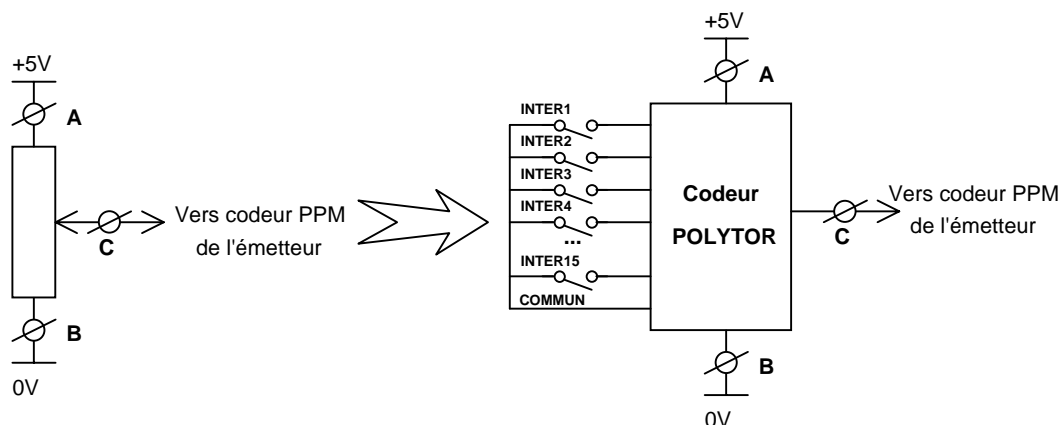
La conception du codeur **POLYTOR** en tient compte et supporte les 2 modes.

## II.1. Chronogramme du signal de Modulation PPM (ici négative)



- Observation : le signal de modulation est une succession de trains d'impulsions qui se répètent toutes les 20 ms environ.
- La largeur de l'impulsion V1 (de 1 ms à 2 ms) est fonction de la position du manche du potentiomètre associée à la voie 1.
- L'impulsion V1 correspond à la voie 1, V2 à la voie 2, V3 à la voie 3, V4 à la voie 4 et V5 à la voie 5 (qui est transmise mais non utilisée sur l'émetteur **Skysport 4**).
- Chaque impulsion de voie commence par un «blanc» de 300 us (micro secondes).
- Les manches sont scannés les uns après les autres et ceci toutes les 20 ms, c'est-à-dire 50 fois par seconde.
- L'impulsion de chaque voie est donc confirmée 50 fois par seconde.

## II.2. Remplacement du potentiomètre par le codeur POLYTOR



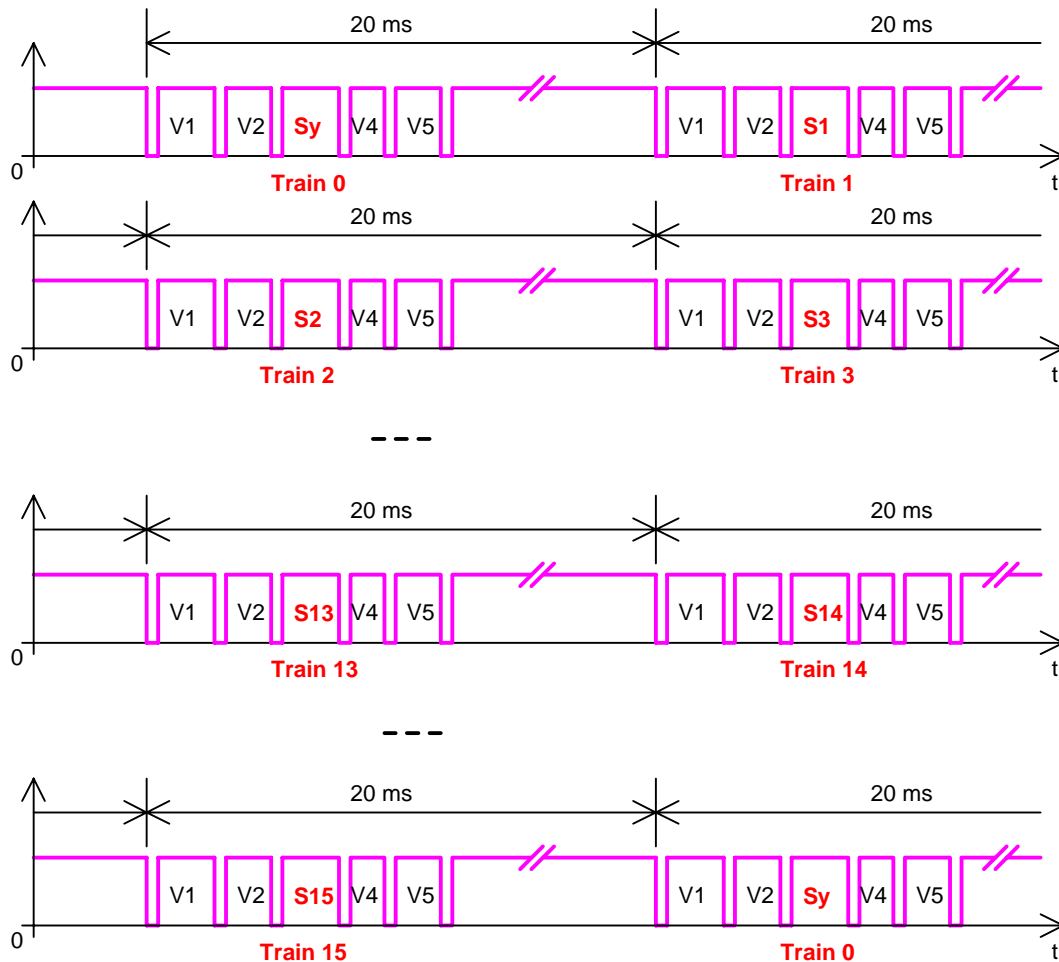
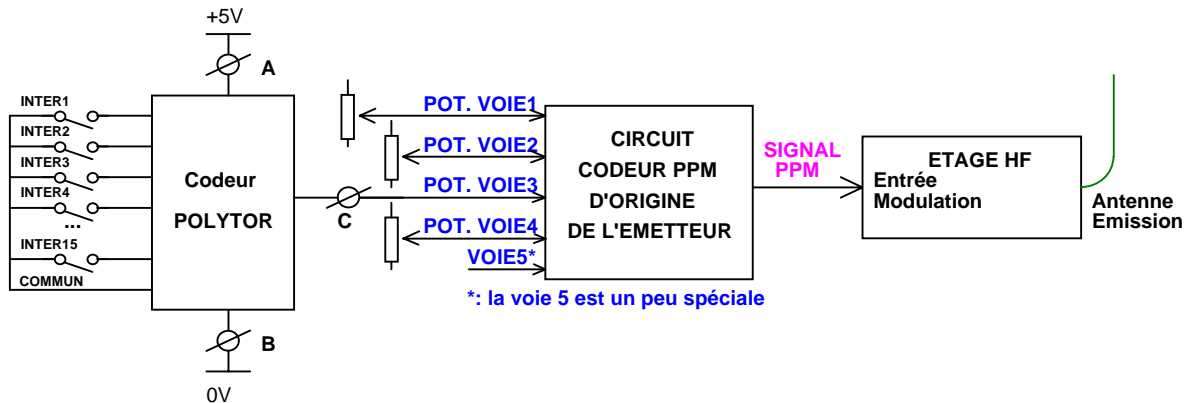
### III. MODULATION PPM AVEC CODEUR POLYTOR

Le potentiomètre associé à la voie 3 (par exemple) est remplacé par le codeur **POLYTOR** qui gère 15 interrupteurs :

- Un interrupteur ouvert induit une largeur d'impulsion de 1.5 ms et un interrupteur fermé induit une largeur d'impulsion de 1 ms.
- Ces impulsions reflétant l'état des interrupteurs sont transmises dans les impulsions allouées à la voie 3 (Une à chaque train d'impulsions, soit toutes les 20 ms).
- Cela s'appelle du **multiplexage temporel**.
- Comme les 15 impulsions apparaissent dans l'impulsion réservée à la voie 3 les unes à la suite des autres, il est impossible de savoir laquelle arrive en premier lors de la réception au niveau du récepteur.
- Il est donc nécessaire d'introduire une 16<sup>e</sup> impulsion de largeur particulière (2 ms) : l'impulsion de synchronisation notée « **Sy** » dans la figure ci-dessous.
- Chaque impulsion associée à chaque interrupteur est donc confirmée  $\frac{50}{15+1}=3,125$  fois par seconde ou encore toutes les  $20 \times (15 + 1) = 320$  ms.
- Le système met donc au maximum  $320/1000 \approx 1/3$  de seconde à prendre en compte le changement d'état d'un interrupteur.

### III.1. Chronogrammes du signal PPM avec Codeur POLYTOR

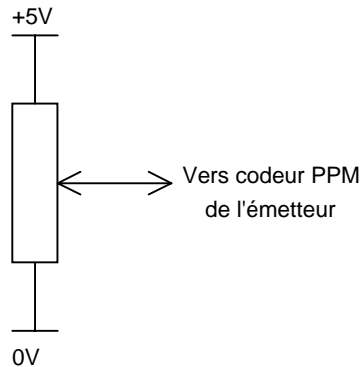
Le potentiomètre de la voie 3 est remplacé par notre codeur POLYTOR.



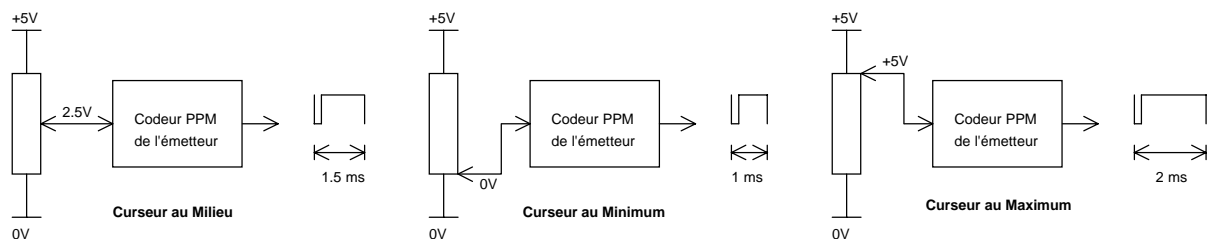
Les impulsions de synchronisation et d'état de chaque interrupteur sont transportées dans les impulsions de la voie 3.

#### IV. POTENTIOMETRE DE VOIE :

Dans l'émetteur **Skysport 4** de **Robbe-Futaba**, comme dans la plupart des émetteurs d'ailleurs, les potentiomètres sont câblés de la manière suivante :



Le codeur **PPM** de l'émetteur convertit la tension lue sur le curseur du potentiomètre en une impulsion dépendant de la position du curseur.



#### V. GENERATION DES IMPULSIONS

Le codeur doit pouvoir générer des impulsions de :

- 2 ms : largeur de l'impulsion de synchronisation,
- 1,5 ms : largeur de l'impulsion pour un interrupteur ouvert,
- 1 ms : largeur de l'impulsion pour un interrupteur fermé,

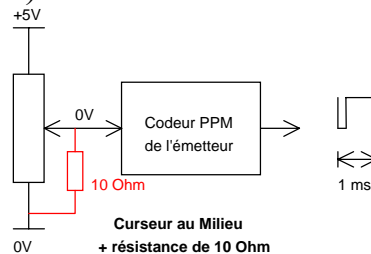
## V.1. Expérience sur l'émetteur d'origine

Prenons notre émetteur d'origine dont un manche commande un servo connecté au récepteur.

Ouvrons délicatement le boîtier de notre émetteur :

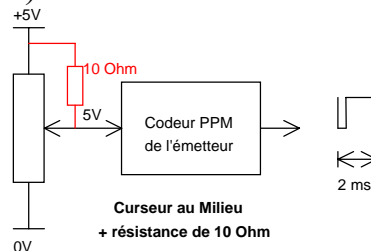
Mettons le manche au milieu de sa course et mettons l'ensemble sous tension :

- l'axe du servo est au neutre : ce qui correspond à des impulsions de 1,5 ms.
- connectons (sans la souder) une résistance de 10  $\Omega$  entre le point milieu ( curseur) et une des bornes extrêmes du potentiomètre :



- l'axe du servo se déplace de 45 ° : ce qui correspond à des impulsions de 1 ms.
- La résistance de 10  $\Omega$  relie le curseur à la masse (0V).

- connectons (sans la souder) une résistance de 10  $\Omega$  entre le point milieu ( curseur) et l'autre borne extrême du potentiomètre :



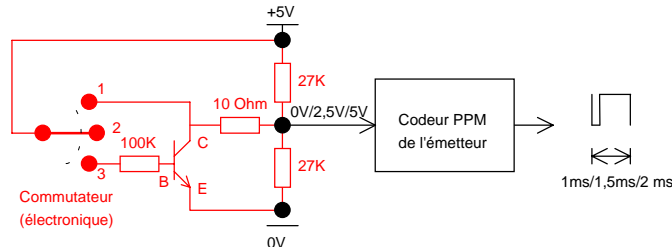
- l'axe du servo se déplace de 45 ° dans l'autre sens : ce qui correspond à des impulsions de 2 ms.
- La résistance de 10  $\Omega$  relie le curseur au +5V.

Cette expérimentation illustre la solution utilisée par le codeur POLYTOR pour générer les 3 types d'impulsions.

Si l'émetteur se comporte de cette manière avec la résistance de 10  $\Omega$  connectée entre le curseur et les 2 connexions extrêmes du potentiomètre, le codeur POLYTOR fonctionnera à coup sûr sur l'ensemble de Radio-Commande.

## V.2. Schéma retenu pour générer les 3 types d'impulsions

La valeur d'un potentiomètre standard est d'environ 5 K $\Omega$ , il est remplacé par 2 résistances de 27 K $\Omega$  en série ( $27 + 27 = 54$  K $\Omega$ ).



Pour générer les 3 types d'impulsions, 2 résistances, un transistor et un commutateur (électronique) à 3 positions sont ajoutées.

- Commutateur en position 1 : le transistor n'étant pas alimenté en courant base, celui-ci est bloqué (c'est comme s'il n'existait pas), la résistance de 10  $\Omega$  est reliée entre le point milieu des 2 résistances de 27 K $\Omega$  et le +5V. La tension au niveau du curseur passe à +5V, ce qui entraîne la génération d'impulsions de 2 ms. Voilà pour l'impulsion de synchronisation.
- Commutateur en position 2 : le transistor n'étant pas alimenté en courant base, celui-ci est bloqué (c'est comme s'il n'existait pas), l'extrémité gauche de la résistance de 10  $\Omega$  étant en l'air, on se retrouve uniquement avec les 2 résistances de 27 K $\Omega$  en série. La tension au niveau du curseur passe à +2,5V, ce qui entraîne la génération d'impulsions de 1,5 ms. Voilà pour l'impulsion de correspondant à un interrupteur ouvert.
- Commutateur en position 3 : le transistor est alimenté en courant base, celui-ci est saturé (c'est comme s'il y avait un fil entre l'émetteur et le collecteur), l'extrémité gauche de la résistance de 10  $\Omega$  est donc portée à la masse (0V). La tension au niveau du curseur passe à 0V, ce qui entraîne la génération d'impulsions de 1 ms. Voilà pour l'impulsion de correspondant à un interrupteur fermé.

Rappel :

- Commutateur en position 1 : Impulsion de synchronisation,
- Commutateur en position 2 : Impulsion pour un interrupteur ouvert,
- Commutateur en position 3 : Impulsion pour un interrupteur fermé.



## VI. SELECTION DES INTERRUPTEURS ET SYNCHRONISATION

Comme vu précédemment, le train d'impulsions PPM (qui code les  $n$  voies de l'émetteur) à lieu toutes les 20 ms environ.

Comme c'est la voie associée à un potentiomètre (ex : voie 3) qui est utilisée, un seul interrupteur sera pris en compte toutes les 20 ms (un à chaque train d'impulsions PPM).

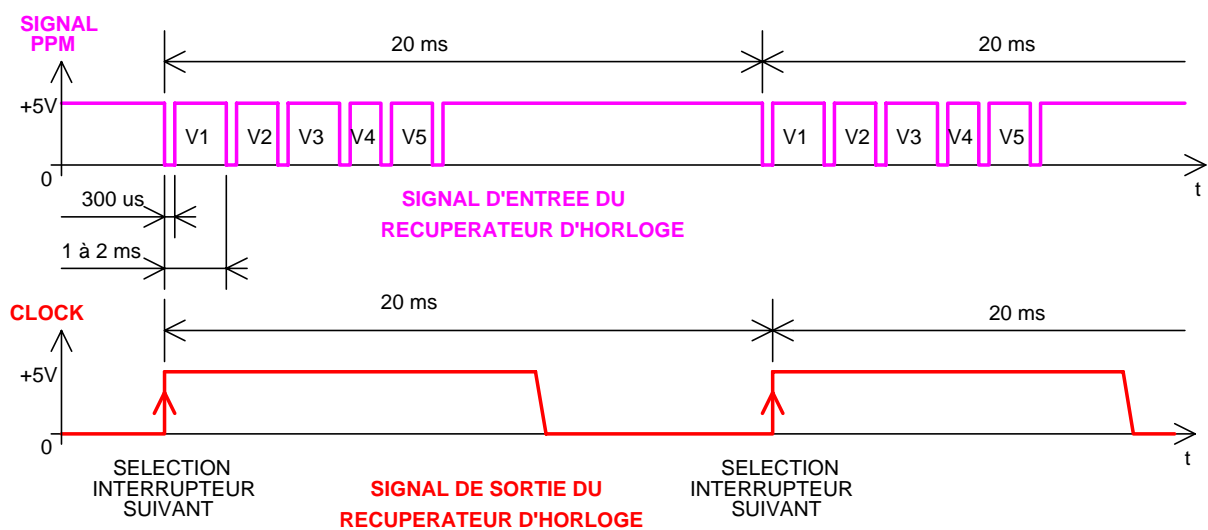
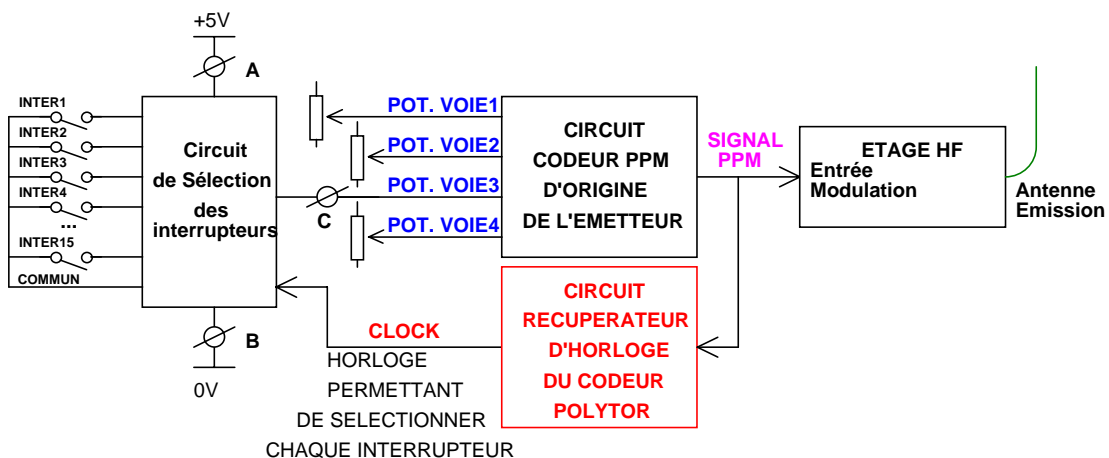
Il faudra donc  $15 \times 20$  ms pour transmettre l'état de tous les interrupteurs vers le récepteur.

En fait, il faudra 20 ms supplémentaires car il faut aussi transmettre l'impulsion de synchronisation : soit  $16 \times 20$  ms = 320 ms.

A chaque train d'impulsion PPM, un interrupteur ou la synchronisation devra donc être «adressé».

Pour cela, un signal d'horloge est créé à partir le train d'impulsion PPM qui va permettre la sélection des interrupteurs et de l'impulsion de synchronisation.

Un «circuit récupérateur d'horloge» est utilisé.

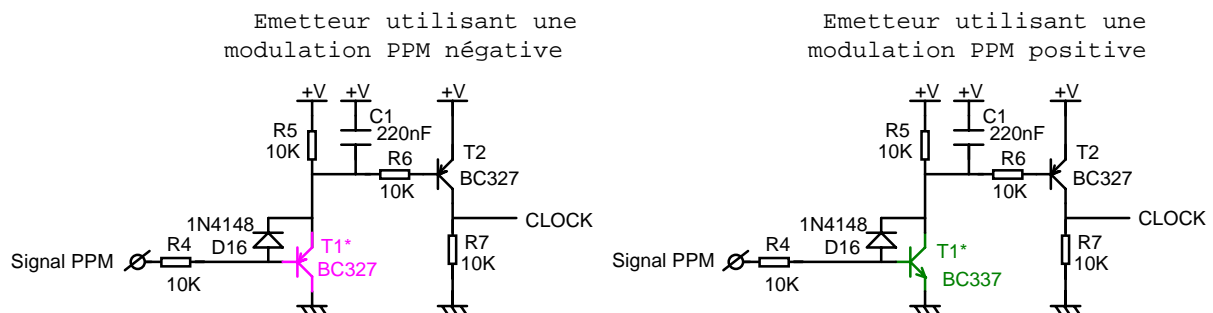


## VI.1. Circuit de récupération d'horloge du codeur PPM de l'émetteur

**Attention**, le circuit imprimé est le même pour les émetteurs utilisant une modulation **PPM négative** (Ex : **Skysport 4** de **Robbe-Futaba**) et pour les émetteurs utilisant une modulation **PPM positive**.

Selon le type de modulation **PPM**, il faudra adapter le transistor T1 :

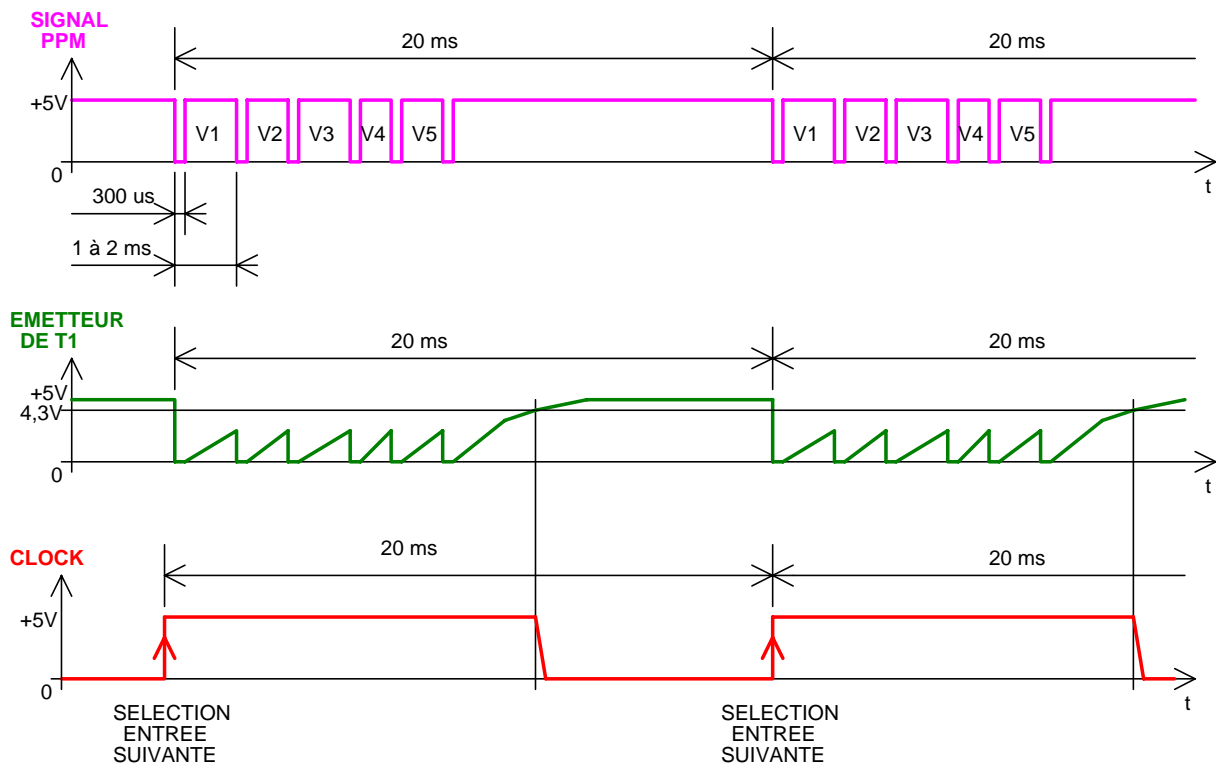
- T1 est un **BC327** (PNP) pour une modulation **PPM négative**.  
La sérigraphie du circuit imprimé donne l'implantation.
- T1 est un **BC337** (NPN) pour une modulation **PPM positive**.  
Il faudra dans ce cas lui faire un demi tour par rapport à la sérigraphie d'implantation (le méplat sera de l'autre côté).



### VI.1.1. Circuit de récupération d'horloge pour modulation PPM négative

- Lorsque le signal PPM passe à 0 (pendant le « blanc » de 300 us), T1 (BC327) monté en émetteur-suiveur conduit et permet la charge instantanée de C1 jusqu'à 4,3V ( $5V - V_{BE}$ ). La tension collecteur de T1 descend donc à 0,7V. T2 conduit et sa sortie est forcée à 5V, ce qui crée un front montant sur l'entrée CLOCK du compteur binaire : l'entrée suivante (interrupteur suivant) est sélectionnée.
- Lorsque le signal PPM passe à 5V (pendant le temps de l'impulsion associée à la voie 1: de 1 à 2 ms), T1 (BC327) se bloque (ne conduit plus). C1 qui était chargé à 4,3V, se décharge alors lentement à travers R5. Si une impulsion de voie arrive dans les 3 ms qui suivent, C1 se recharge instantanément à 4,3V, sinon, il agissait de la dernière impulsion de voie et C1 va se décharger jusqu'à 0V. Quand la tension aux bornes de C1 passe sous 0,7V, le courant de base de T2 disparaît et T2 se bloque. Sa tension collecteur passe donc à 0V, ce qui ramène l'entrée CLOCK du compteur binaire à 0V. Le cycle recommencera au prochain train d'impulsions. La diode D16 est une diode de protection pour T1 car elle limite le  $V_{BE}$  inverse de T1 à 0,7V.

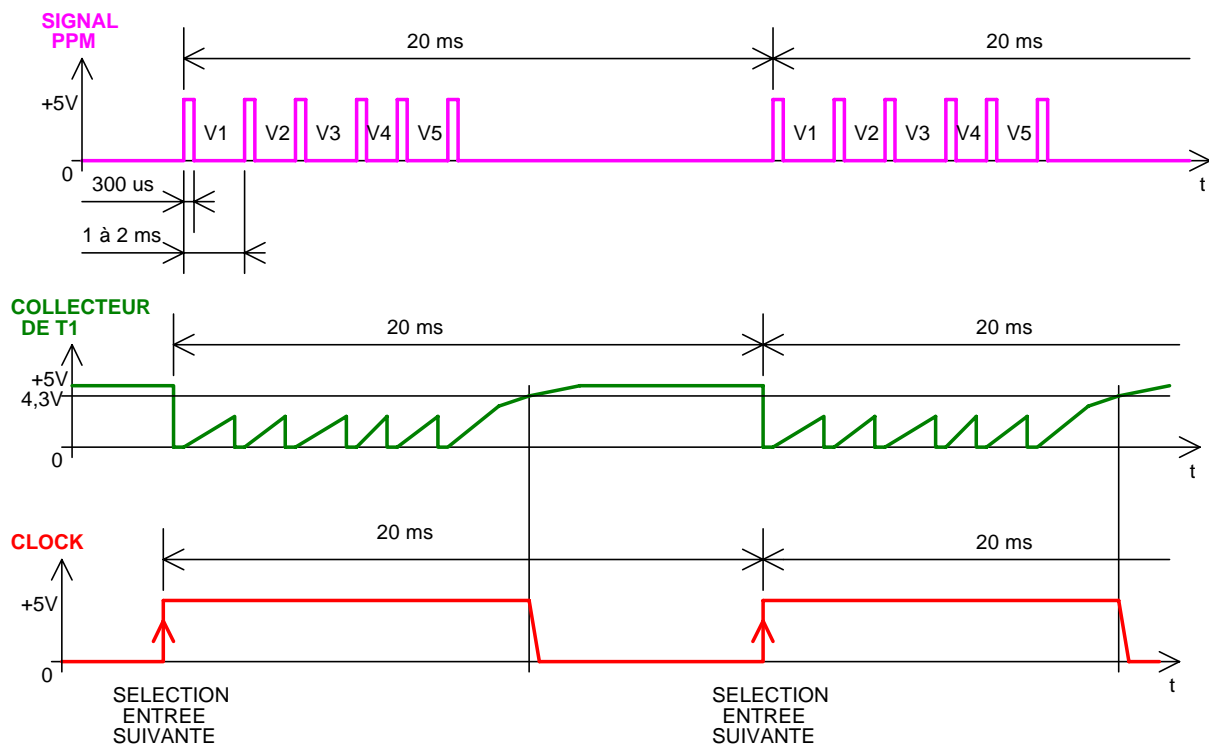
### Chronogramme du récupérateur d'horloge pour modulation PPM négative



## VI.1.2 Circuit de récupération d'horloge pour modulation PPM positive

- Lorsque le signal PPM passe à 5V (pendant le « blanc » de 300 us), T1 (BC337 monté en collecteur commun) conduit et charge C1 instantanément jusqu'à 4,8V ( $5V - V_{CE_{SAT}}$ ). T2 conduit et sa sortie est forcée à 5V, ce qui crée un front montant sur l'entrée CLOCK du compteur binaire : l'entrée suivante (interrupteur) est sélectionnée.
- Lorsque le signal PPM passe à 0V (pendant le temps de l'impulsion associée à la voie 1: de 1 à 2 ms), T1 (BC337) se bloque (ne conduit plus). C1 qui était chargé à 4,8V, se décharge alors lentement à travers R5. Si une impulsion de voie arrive dans les 3 ms qui suivent, C1 se recharge instantanément à 4,8V, sinon, il agissait de la dernière impulsion de voie et C1 va se décharger jusqu'à 0V. Quand la tension aux bornes de C1 passe sous 0,7V, le courant de base de T2 disparaît et T2 se bloque. Sa tension collecteur passe donc à 0V, ce qui ramène l'entrée CLOCK du compteur binaire à 0V. Le cycle recommencera au prochain train d'impulsions.

### Chronogramme du récupérateur d'horloge pour modulation PPM positive



## VI.2. Circuit de sélection des interrupteurs

Le «circuit récupérateur d'horloge» délivre une impulsion positive à chaque train d'impulsion PPM.

Pour cela, un circuit intégré très connu est utilisé : le 4017 qui est un compteur Johnson qui dispose d'une entrée horloge CP0 et de 10 sorties Q0 à Q9.

La sortie du «circuit récupérateur d'horloge» entre sur l'entrée horloge CP0.

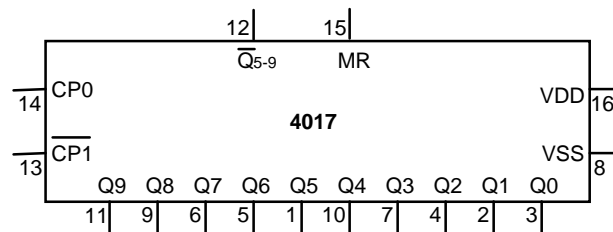
Le fonctionnement du 4017 est très simple :

A la mise sous tension, la sortie Q0 est à +5V. Avec ce circuit, une seule sortie peut être à 1 (+5V) à la fois, les sorties Q1 à Q9 sont donc à 0V.

Si l'on applique une impulsion positive sur son entrée horloge CP0, c'est la sortie Q1 qui passe à +5V, les autres sorties restent à 0V (Q0 passe donc à 0V).

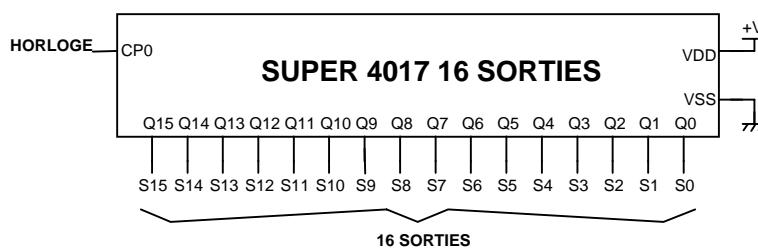
Si l'on applique une nouvelle impulsion positive sur son entrée horloge CP0, la c'est la sortie Q2 qui passe à +5V, les autres sorties restent à 0V (Q1 passe donc à 0V).

Pour résumer, à chaque impulsion positive sur l'entrée horloge CP0, le +5V passe de la sortie  $n$  à la sortie  $n+1$ . Quand la sortie Q9 est atteinte, c'est la sortie Q0 qui devient active à l'impulsion suivante.

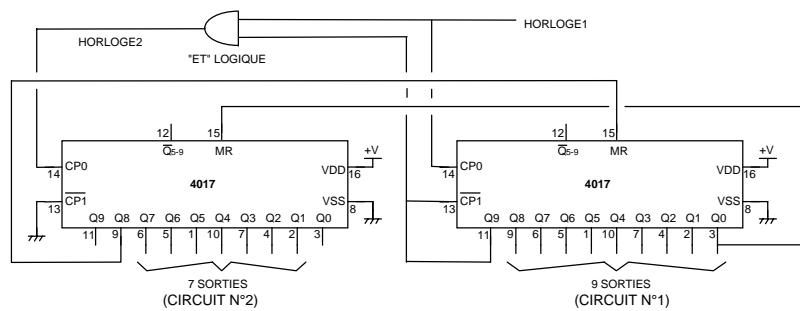


Le problème, c'est que ce circuit ne dispose que de 10 sorties alors qu'il en faudrait 16 pour balayer les 15 interrupteurs plus la synchronisation.

La solution : cascader 2 circuits 4017 pour créer un « super 4017 à 16 sorties ».



## VI.2.1. «Super 4017 à 16 sorties» : mise en cascade de 2 circuits 4017



### Fonctionnement :

Considérons le circuit 4017 de droite (circuit N°1).

Sa broche CP0 reçoit l'horloge (HORLOGE1).

A la mise sous tension, supposons que la sortie Q0 du circuit N°1 soit à 1.

Comme cette sortie est reliée à la patte MR (Master Reset : Remise à zéro) du circuit N°2, la sortie Q0 de celui-ci est également à 1. Remarquons que celle-ci sera inutilisée (ne sera pas disponible en tant que sortie).

Comme Q0 du circuit N°1 est à 1, Q9 est forcément à 0. Comme Q9 va vers un ET logique avec le signal HORLOGE1, le signal HORLOGE2 reste forcé à 0.

Maintenant, générons des impulsions d'horloge sur l'entrée HORLOGE1. Le +5V va se déplacer de Q0 à Q1, de Q1 à Q2, ... de Q7 à Q8. Quand le +5V se déplace de Q8 vers Q9, le circuit N°1 se bloque car Q9 est reliée à l'entrée CP1 : Q9 reste donc à 1 (mais n'est pas utilisé en tant que sortie).

Comme Q9 est à 1, il autorise la transmission du signal HORLOGE1 vers HORLOGE2 (à travers le ET logique). Le circuit N°2 active donc sa sortie Q1, ce qui correspond à notre 10<sup>e</sup> sortie.

Aux prochaines impulsions d'horloge, le +5V se déplace de Q1 à Q2 (notre 11<sup>e</sup> sortie), de Q2 à Q3 (12<sup>e</sup> sortie) ... de Q6 (15<sup>e</sup> sortie) à Q7 (16<sup>e</sup> sortie). Quand Q8 devient active, le circuit N°1 est remis à zéro car Q8 est relié à sa patte MR (Master Reset). La sortie Q0 du circuit N°1 passe donc à +5V, ce qui remet à zéro le circuit N°2. Et le cycle recommence.

On obtient donc le cycle suivant :

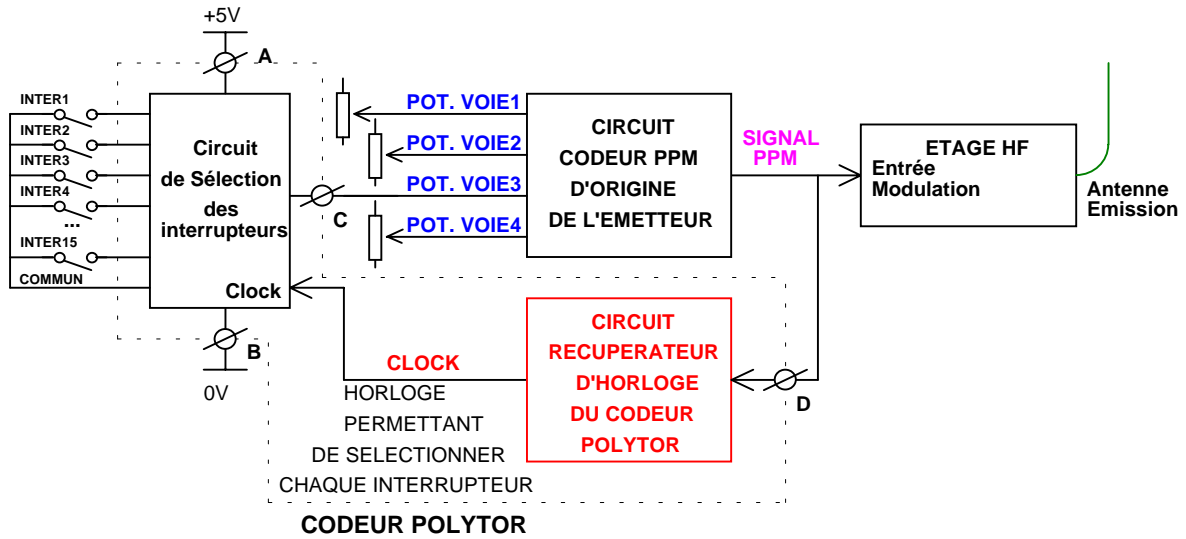
$$\begin{aligned} & Q0_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q1_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q2_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q3_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q4_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q5_{\text{Circuit N}^\circ 1} \\ & \rightarrow Q6_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q7_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q8_{\text{Circuit N}^\circ 1} \rightarrow Q1_{\text{Circuit N}^\circ 2} \rightarrow Q2_{\text{Circuit N}^\circ 2} \rightarrow Q3_{\text{Circuit N}^\circ 2} \\ & \rightarrow Q4_{\text{Circuit N}^\circ 2} \rightarrow Q5_{\text{Circuit N}^\circ 2} \rightarrow Q6_{\text{Circuit N}^\circ 2} \rightarrow Q7_{\text{Circuit N}^\circ 2} \end{aligned}$$

et on recommence...

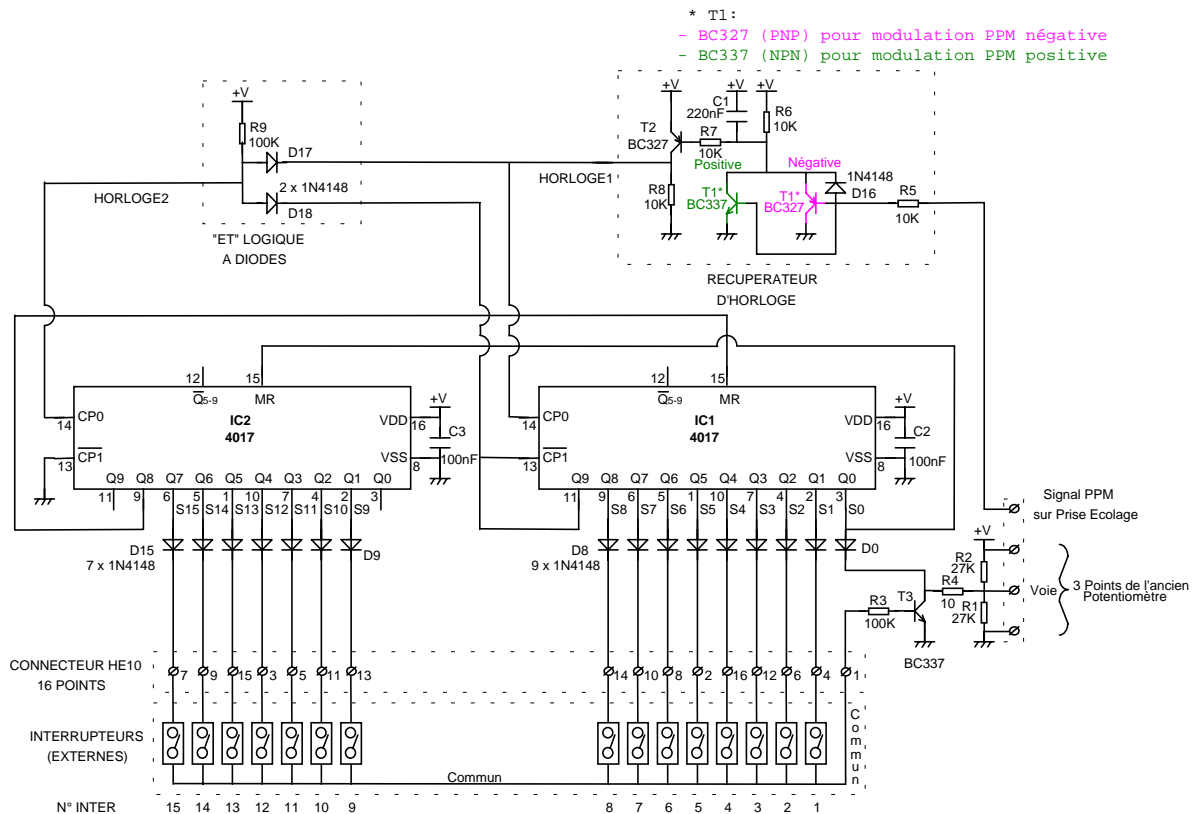
Ce cycle correspond à ce que l'on recherche :

$$\begin{aligned} & S0 \rightarrow S1 \rightarrow S2 \rightarrow S3 \rightarrow S4 \rightarrow S5 \rightarrow S6 \rightarrow S7 \\ & \rightarrow S8 \rightarrow S9 \rightarrow S10 \rightarrow S11 \rightarrow S12 \rightarrow S13 \rightarrow S14 \rightarrow S15 \end{aligned}$$

## VII. RAPPEL DU SYNOPTIQUE GLOBAL DU SYSTEME POLYTOR:



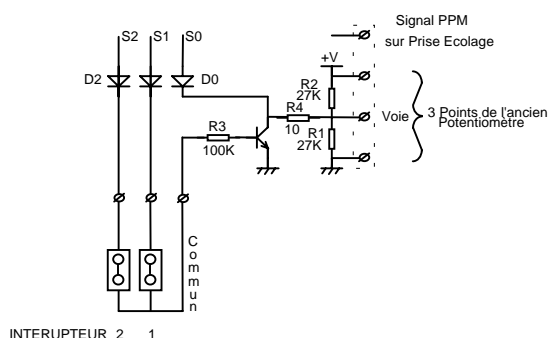
## VIII. SCHEMA COMPLET DU CODEUR POLYTOR POUR PILOTER 15 SORTIES TOR A PARTIR D'UNE VOIE PROPORTIONNELLE :



Note : le ET logique a été réalisé avec 2 diodes (D17 & D18) et une résistance (R9) pour éviter le sous-emploi d'un circuit intégré type CD4011.

## VIII.1. FONCTIONNEMENT

Considérons uniquement les sorties S0, S1 et S2 qui correspondent respectivement à la sortie « Synchronisation », la sortie gérant l'interrupteur N°1 et la sortie gérant l'interrupteur N°2.



Prenons le cas où les 2 interrupteurs 1 et 2 sont fermés.

Une seule sortie Sx peut être active à la fois.

Supposons que suite à un train d'impulsion PPM, la sortie S0 est active. Sa sortie est donc à +5V. Comme les autres S1 et S2 sont à 0, le transistor est bloqué, et R4 est reliée au +5V par S0 à travers D0.

La sortie Voie est donc à +5V, ce qui va provoquer la génération d'une impulsion de largeur égale à 2 ms : c'est l'impulsion de synchronisation.

Au train d'impulsion PPM suivant, c'est S1 qui va être active.

Si aucune précaution n'est prise, le circuit 4017 est détruit car S2 est forcément à 0 : S1 et S2 sont reliés à travers les 2 interrupteurs qui sont fermés.

La précaution consiste donc à isoler les sorties les unes des autres par de simples diodes 1N4148.

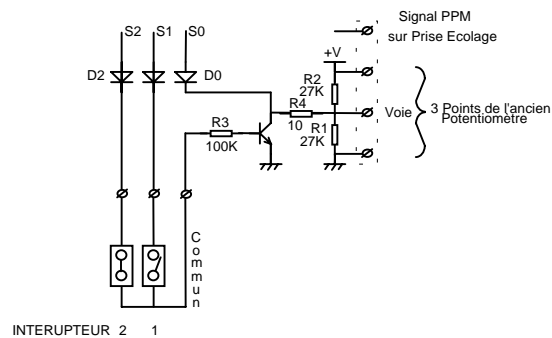
Le potentiel sur l'anode de D2 étant nul et le potentiel sur sa cathode étant supérieur à 0V, D2 est bloquée et isole de ce fait la sortie S2 : il n'y a pas court-circuit entre S1 et S2 : le 4017 est préservé.

La résistance R3 est donc portée à +5V par S1, ce qui va créer du courant base pour le transistor. Celui-ci est donc saturé. R4 est portée à la masse.

La sortie Voie est donc à 0V, ce qui va provoquer la génération d'une impulsion de largeur égale à 1 ms : c'est la largeur d'impulsion correspondant à un interrupteur fermé.



Maintenant, ouvrons l'interrupteur 1.



Attendons qu'il soit de nouveau sélectionné (S1 active).

Comme l'interrupteur 1 est ouvert, il ne peut pas créer du courant base pour le transistor.

L'interrupteur 2 est fermé, la sortie S2 est forcément à 0V, il ne peut lui non plus créer du courant base pour le transistor, celui-ci est donc bloqué.

S0 est aussi à 0V, D0 l'isole du montage.

L'extrémité gauche de R4 est donc en l'air.

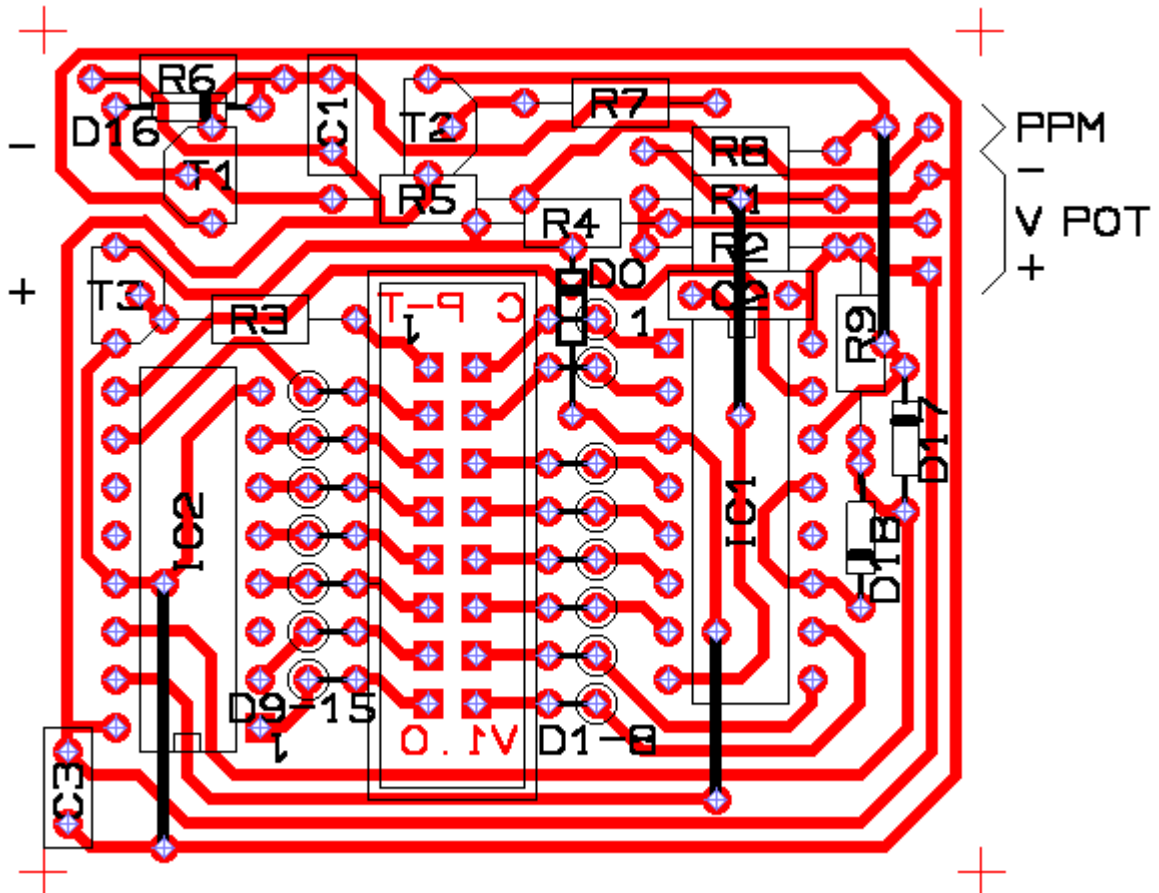
Le montage actif se résume à R1 et R2.

La sortie Voie est donc à +2.5V, ce qui va provoquer la génération d'une impulsion de largeur égale à 1.5 ms : c'est la largeur d'impulsion correspondant à un interrupteur ouvert.

Ce câblage permet la génération des impulsions de 1 ms, 1.5 ms et 2 ms comme dans le croquis du paragraphe V.2.

## IX. IMPLANTATION DES COMPOSANTS

**CODEUR POLYTOR : 1 VOIE PROP → 15 VOIES TOR**



**Câblage des diodes D1 à D15 : bague (cathode) en haut.**

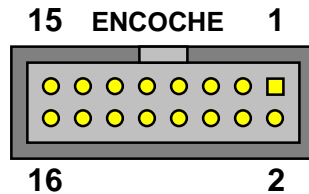
## X. MONTAGE DU CODEUR POLYTOR DANS L'EMETTEUR

Le montage se connecte en seulement **4 points** sur l'émetteur :

- Les **3 points du potentiomètre d'origine** qui incluent le +5V, la masse (0V), et le curseur (sortie Voie),
- Le **signal PPM** que l'on peut trouver sur la **prise écolage**.

## XI. BROCHAGE DU CONNECTEUR HE10 16 POINTS POUR LES 15 INTERRUPTEURS

**ATTENTION :** le brochage donné ici dépend du routage du circuit imprimé.

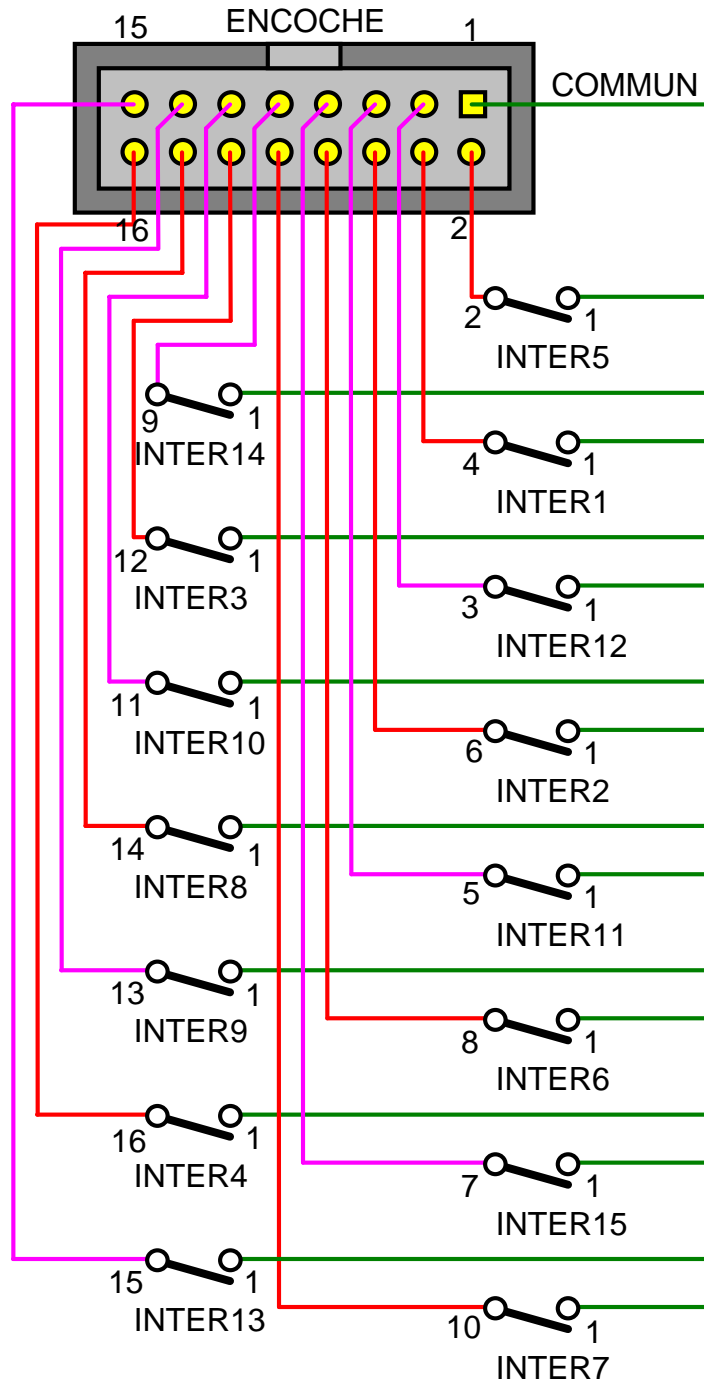


**CONNECTEUR HE10 16 POINTS  
DU CODEUR POLYTOR**

N° Broche Connecteur HE10 16 Points	Fonction de la Broche
1	Commun de tous les interrupteurs
2	Interrupteur N°5
3	Interrupteur N°12
4	Interrupteur N°1
5	Interrupteur N°11
6	Interrupteur N°2
7	Interrupteur N°15
8	Interrupteur N°6
9	Interrupteur N°14
10	Interrupteur N°7
11	Interrupteur N°10
12	Interrupteur N°3
13	Interrupteur N°9
14	Interrupteur N°8
15	Interrupteur N°13
16	Interrupteur N°4

## XII. CÂBLAGE DES INTERRUPTEURS (SIMPLES A 2 POSITIONS)

CONNECTEUR HE10 16 POINTS  
DU CODEUR POLYTOR



### XIII. UTILISATION D'INTERRUPTEURS A 3 POSITIONS

Avec l'architecture choisie, il est parfaitement possible d'utiliser des interrupteurs à 3 positions pour piloter des animations qui demandent une position *Marche Avant*, une position *Arrêt*, et une position *Marche arrière*.

**Exemple** : Pilotage d'un treuil d'ancre.

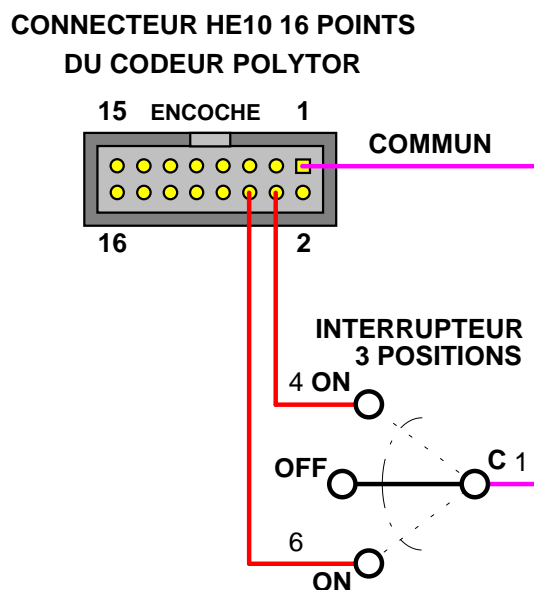
Dans ce cas, il suffit, côté codeur **POLYTOR**, de monter un interrupteur à 3 positions (**ON/OFF/ON**) à la place de 2 interrupteurs simples à 2 positions (**ON/OFF**).

Il est évidemment toujours possible d'utiliser des interrupteurs simples à 2 positions pour les autres animations.

#### IX.1. Exemple pratique : Le pilotage d'un treuil d'ancre

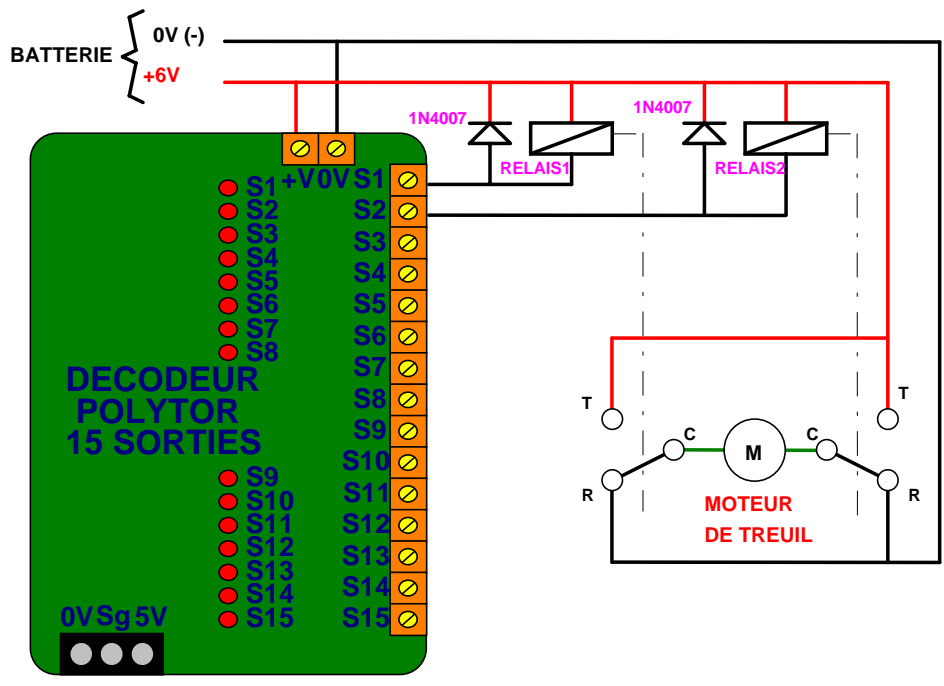
- **Câblage côté codeur POLYTOR :**

L'emplacement des interrupteurs 1 et 2 est utilisé pour monter un interrupteur à 3 positions.



Côté Codeur POLYTOR (Emetteur)	Côté Décodeur POLYTOR (Récepteur)	
INTERRUPTEUR 3 Positions	SORTIE 1	SORTIE 2
Haut	Active	Inactive
Milieu	Inactive	Inactive
Bas	Inactive	Active

- Câblage côté décodeur POLYTOR :



- Quand l'interrupteur côté émetteur est *au milieu*, les sorties S1 et S2 sont inactives, les 2 bobines des relais ne sont pas alimentées. Le moteur du treuil est *à l'arrêt*.
- Quand l'interrupteur côté émetteur est *en haut*, seule la sortie S1 est active. La bobine du relais N°1 est alimentée. Le contact de puissance associé passe donc en position Travail (T). Le moteur de treuil tourne dans *un sens*.
- Quand l'interrupteur côté émetteur est *en bas*, seule la sortie S2 est active. La bobine du relais N°2 est alimentée. Le contact de puissance associé passe donc en position Travail (T). Le moteur de treuil tourne dans *l'autre sens*.

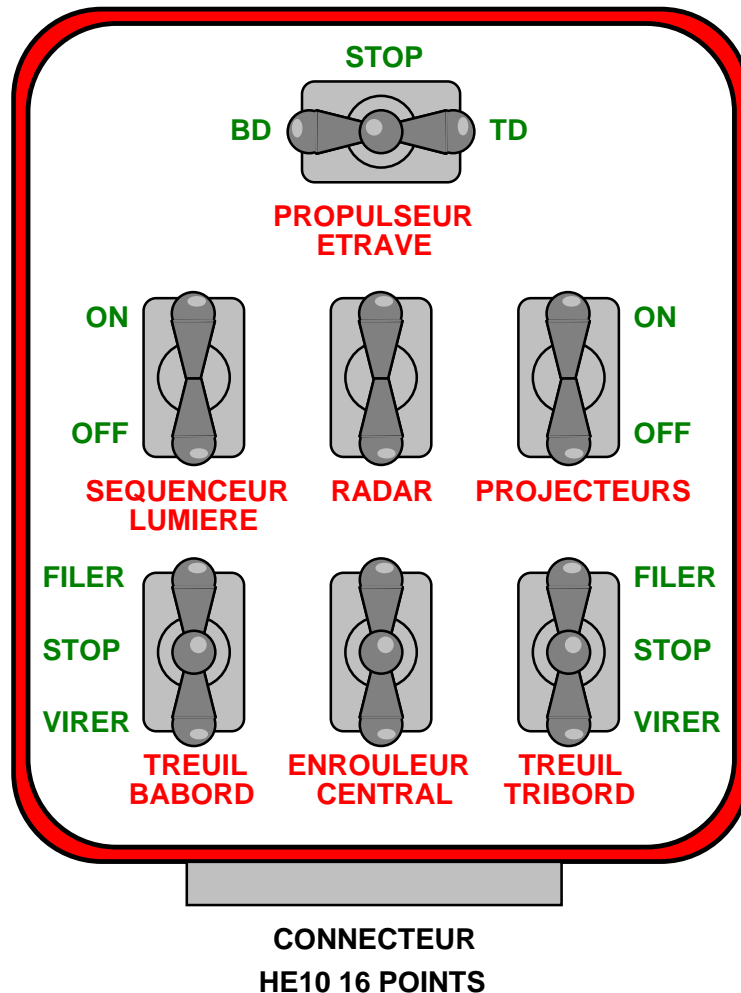
#### XIV. MODULE «PLATINE INTERRUPTEUR»

Comme le codeur **POLYTOR** dispose du connecteur HE10, il est possible de faire une «*platine interrupteur*» interchangeable selon le modèle piloter par l'émetteur.

En effet, certains modélistes utilisent le même émetteur pour piloter des modèles différents qui n'ont pas forcément les mêmes animations.

Cette «*platine interrupteur*» sera, soit déportée à quelques cm par une nappe 16 points sertie avec soin (cas d'un codeur **POLYTOR** logé dans le boîtier de l'émetteur), soit directement emboîtée dans le connecteur HE10 (cas d'un codeur **POLYTOR** logé à l'extérieur du boîtier de l'émetteur).

##### X.1. Exemple de «*platine interrupteur*» pour un modèle réduit de chalutier



Cette platine utilise  $(4 \times 2) + (3 \times 1) = 11$  entrées **TOR** (interrupteurs) sur le codeur **POLYTOR**.

Les 4 dernières entrées inutilisées sont en l'air. Le codeur les voit comme des interrupteurs ouverts. Les sorties correspondantes sur le décodeur **POLYTOR** sont donc inactives (normalement elles ne sont pas câblées).

## XV. CONCLUSIONS

Rien n'empêche de monter 2 ou 3 codeurs **POLYTOR** sur l'émetteur.  
On obtient ainsi jusqu'à 30 ou 45 sorties **Tout-Ou-Rien** !!!  
Il faut évidemment autant de décodeur **POLYTOR** sur le récepteur.

Bien que cet ensemble **codeur/décodeur POLYTOR** ait été conçu pour le navi-modélisme, rien n'empêche de l'utiliser en aéromodélisme (sauf le poids ?).

Ce codeur **POLYTOR** a été conçu pour l'émetteur **Skysport 4** de **Robbe-Futaba** qui utilise la modulation **PPM négative**.

N'ayant pas d'autre ensemble RC, je n'ai pas pu tester le principe du codeur sur un émetteur utilisant la modulation PPM positive, mais le risque de disfonctionnement est très faible.

Par contre, le décodeur **POLYTOR** devrait être compatible de tous les récepteurs.

### Révisions du Document :

- 13/08/2004 : Ajout du choix du type de modulation PPM négative ou positive par changement du type de transistor T1 (permet d'utiliser le même circuit imprimé),
- 21/01/2006 : Numérotation du connecteur HE10 en fonction du routage du Circuit Imprimé,
- 14/01/2007 : Implantation des composants sur le circuit imprimé,
- 28/02/2009 : R1 et R2 passent de 2,7K à 27K pour que l'impulsion de Synchro ne soit pas trop courte. Correction fonctionnement du 2<sup>e</sup> 4017 en page 14 : quand sa broche MR est à 1, sa sortie Q0 passe à 1 et non à 0.