

AUTOTRONIC

Commande de prise de force

Etude de la partie Electronique

Durée : 4h30

Travail à réaliser : Pages Q1 à Q7

Etude de la partie Electronique

Remarques :

- *Les quatre parties du sujet sont totalement indépendantes.*
- *Pour chaque question où l'on vous demande de calculer un paramètre, vous donnerez toujours l'expression littérale avant de faire l'application numérique.*
- *Les composants nécessaires à la réglementation CEM (Compatibilité électromagnétique) ont été volontairement supprimé des schémas structurels afin de faciliter leur compréhension.*
- *N'oubliez pas de rendre les six feuilles réponses FR1 à FR6 avec votre copie, même si vous n'avez pas pu les compléter toutes.*
- *Ne passez pas plus de 4h30 sur la partie électronique afin de pouvoir traiter la partie mécanique du sujet.*
- *Respectez bien la numérotation exacte des questions (trois chiffres) pour répondre sur votre copie.*

1 Analyse fonctionnelle

1.1 Exploitation du dossier de présentation

Documents ressources : AF1 à AF11

Après lecture du dossier d'analyse fonctionnelle, répondez aux questions suivantes :

- 1.1.1. Sur un tracteur agricole, à quoi sert la prise de force ?
- 1.1.2. Quelles sont les deux vitesses de rotation de prise de force que peut sélectionner l'utilisateur ?
- 1.1.3. A quelle vitesse de rotation du moteur sont données ces deux valeurs ?
- 1.1.4. Quelle est la tension d'alimentation nominale V_{bat} de l'Autotronic ?

1.2 Exploitation des différents schémas fonctionnels

Documents ressources : AF1 à AF1 FR1

- 1.2.1. Comparez le schéma fonctionnel de niveau II (SFN2) et le schéma fonctionnel de 1^{er} degré (SF1D), puis complétez le tableau T1 donné sur la feuille réponse FR1 en indiquant le nom du signal donné sur le SF1D qui correspond à la dénomination donnée sur le SFN2.
- 1.2.2. Combien de composants sont sélectionnés par la fonction secondaire FS64, décodage d'adresses ?
- 1.2.3. A quoi sert le signal VPP ?

2. Etude de FP6 : Traitement

2.1 Equation des signaux NMI et READY

Documents ressources : AN1 FR1

Prenez le document AN1 et localisez les deux signaux NMI et READY.

- 2.1.1. Complétez la table de vérité T2 donnée sur la feuille réponse FR1.
- 2.1.2. Donnez l'équation booléenne de NMI en fonction de \overline{IRQ} et de PGM.
- 2.1.3. Complétez la table de vérité T3 donnée sur la feuille réponse FR1.
- 2.1.4. Donnez l'équation booléenne de READY en fonction de \overline{CAN} et de CAN-RDY.

2.2 Etude de FS64: Décodage d'adresses

Documents ressources : AN1 AN4 FR1 FR2 FR3

Remarques :

- U2 est un microcontrôleur qui est dédié au bus CAN (Communication Asynchronous Network), c'est à dire qu'il communique avec les autres 82526 situés sur les différentes cartes électroniques embarquées sur le tracteur. Sur la carte étudiée, il est considéré par le microcontrôleur 80C196 (U1) comme un périphérique quelconque au même titre qu'une mémoire ou qu'un PIA.

- Attention, ne confondez pas les composants U3 et U4 qui sont respectivement une EPROM et une EEPROM.

- 2.2.1. A l'aide de la documentation constructeur du 74AC138 et du schéma structurel AN1, complétez la table de vérité T4 donnée sur la feuille réponse FR1.
- 2.2.2. Donnez l'adresse basse et l'adresse haute en binaire et en hexadécimal de chacun des composants sélectionnés par FS64 en complétant la table de vérité T5 donnée sur la feuille réponse FR2.
- 2.2.3. Complétez le plan mémoire (memory map) T6 donné sur la feuille réponse FR2.
- 2.2.4. Sur le schéma structurel de la carte Microcontrôleur, feuille réponse FR3

Complétez le petit tableau au dessus de chacun des quatre composants en indiquant le potentiel (0 V, + 5 V) ou le signal (\overline{CAN} , \overline{EPROM} , \overline{FLASH} , \overline{RAM}) que vous appliquez sur chacune des broches non connectées.

Reliez les sorties du bloc "Décodage d'adresses" aux entrées de sélection des quatre composants à sélectionner.

Remarque : Toutes les entrées de sélection des composants (EN , \overline{EN} et \overline{CS}) doivent être connectées à l'un des signaux de FS64 ou à un potentiel (0 V ou + 5 V).

EN = ENable = validation (du boîtier)

CS = Chip Select = sélection du boîtier

2.3 Etude de FS65 : Surveillance de fonctionnement

Documents ressources : AN2 AN5 FR4

Lorsque le Microcontrôleur fonctionne normalement, il envoie régulièrement un signal WD (comme Watch-Dog) à FS65. Si il se trouve bloqué dans une boucle (autrement dit, lorsqu'il se plante), FS65 ne reçoit plus ce signal WD, elle va donc activer les signaux RESET et \overline{RESET} de façon à réinitialiser le Microcontrôleur.

Cette fonction est alimentée en +5V.

- 2.3.1. Qu'est-ce qu'un monostable ? Que signifie le terme "redéclenchable" ?
- 2.3.2. D'après la documentation du M74HC123A, donnez l'équation qui permet de déterminer la durée des impulsions de sortie.
- 2.3.3. D'après la documentation constructeur, quelle est la valeur typique de la durée minimale de l'impulsion de sortie que l'on peut obtenir avec un MM74HC123A alimenté dans les mêmes conditions que la structure étudiée ?
Pour quelles valeurs des composants obtient-on cette durée ?
- 2.3.4. D'après les valeurs nominales de R142 et C53, quelle est la durée T_{nom} des impulsions produites dans la structure utilisée.

2.3.5. Sachant que la tolérance de la résistance est $\pm 5\%$ et celle du condensateur $\pm 20\%$, déterminez la durée minimale T_{\min} et la durée maximale T_{\max} que l'on pourrait obtenir.

2.3.6. D'après la documentation du MM74HC123A, complétez les chronogrammes C1 donnés sur la feuille réponse FR4.

Remarque : vous respecterez l'échelle des temps et prendrez T_{nom} pour compléter les chronogrammes.

2.3.7. Lorsque le signal WD disparaît, combien de temps après le dernier front montant de WD le signal de réinitialisation apparaît-il?

2.3.8. En tenant compte du cas le plus défavorable déterminé au 2.3.5., quelle doit être la période (T_{\min} ou T_{\max}) du signal WD qui permet de ne pas avoir de réinitialisation ? déduisez-en la fréquence correspondante.

3 Etude de FP 1 : Acquisition de la température-

On rappelle que $TK = T^{\circ}C + 273$

où TK représente la température exprimée en Kelvin (K)
et $T^{\circ}C$ représente la température exprimée en degrés Celsius ($^{\circ}C$).

Remarque : le "Zéro Absolu" est le 0 K, c'est à dire $-273^{\circ}C$.

Vous utiliserez la notation suivante pour les potentiomètres :

$P = (1 - \alpha) P + \alpha P$, où α représente la position du curseur ($0 \leq \alpha \leq 1$).

La partie utile du potentiomètre sera notée : αP

Vous considérerez que les amplificateurs linéaires intégrés sont parfaits (amplification infinie, impédance d'entrée infinie, tensions de déchet nulles, ...).

3.1 Exploitation du schéma fonctionnel de second degré

Documents ressources : FR5

3.1.1. Sur la feuille réponse FR5 où est représentée la structure réalisant FP1, délimitez chacune des fonctions secondaires FS11, FS12, FS13 et FS14 en l'entourant et en indiquant sa référence.

3.1.2. A l'issue de chacune des questions 3.2, 3.3, 3.4 et 3.5, vous indiquerez, sur la feuille réponse FR5, dans chacun des petits cadres placés à côté du nom des signaux V_{TK} , V_{REF} , V_{TC} et V_T les deux valeurs limites de tension obtenues à $-30^{\circ}C$ et à $+150^{\circ}C$.

3.2 Etude de FS11 : Captage

Documents ressources : AN6 FR5

Hypothèse : on considère que le courant I_{R6} est négligeable devant I_{R1} .

- 3.2.1. Quelle est la tension V_{TK} délivrée par U1 à une température $T = -30^{\circ}\text{C}$?
- 3.2.2. Quelle est la valeur de I_{R1} dans ce cas ?
- 3.2.3. Quelle est la tension V_{TK} délivrée par U1 à une température $T = +150^{\circ}\text{C}$?
- 3.2.4. Quelle est la valeur de I_{R1} dans ce cas ?
- 3.2.5. Quelle est la plage de courant de polarisation du LM135H garantie par le constructeur ? Dans notre application, le LM135H utilisé est-il toujours polarisé correctement ? Justifiez votre réponse.

3.3 Etude de FS12 : Production d'une tension de référence

Documents ressources : AF1 à AF11 AN7 FR5

- 3.3.1. Quelle est la valeur typique de la tension V_R ?
- 3.3.2. Déterminez la valeur maximale de la tension V_{e+} de U3A que l'on peut obtenir avec P1.
- 3.3.3. Déterminez la valeur minimale de la tension V_{e+} de U3A que l'on peut obtenir avec P1.
- 3.3.4. Comment s'appelle la structure réalisée avec U3A ?
Exprimez V_{REF} en fonction de V_{e+} .
- 3.3.5. Quelle est la plage de réglage de V_{REF} ?
A quelle valeur doit être réglée V_{REF} ? Est-ce possible ?

3.4 Etude de FS13 : Soustraction

Documents ressources : FR5

Remarque : Le potentiomètre P2 permet de compenser les différences de valeur entre R4, R5 et R6 (différences dues à la tolérance des composants). Le réglage de P2 est fait de façon à obtenir :

$$\frac{R7 + \alpha P2}{R6} = \frac{R5}{R4}$$

Dans l'équation de la question 3.4.2., vous pourrez considérer que l'on a :

$$R4 = R5 = R6 = R7 + \alpha P2 = R$$

- 3.4.1. Exprimez V_{TC} en fonction de V_{TK} , V_{REF} , R4, R5, R6, R7 et $\alpha P2$.
- 3.4.2. En utilisant la simplification proposée ci-dessus, exprimez alors V_{TC} en fonction de V_{TK} et de V_{REF} .
- 3.4.3. Déterminez la valeur maximale et la valeur minimale de V_{TC} que l'on obtient sur la plage de température d'utilisation.

3.5 Etude de FS 14 : Amplification

Documents ressources : FR5

- 3.5.1. Exprimez V_T en fonction de V_{TC} , R8, R9 et $\alpha P3$.
- 3.5.2. Déduisez-en le rapport $A = V_T / V_{TC}$.

Application numérique :

Déterminez les valeurs A_{max} et A_{min} selon la position α du curseur de P3.

3.5.3. La plage de tension du convertisseur analogique/numérique de la fonction Traitement est comprise entre 0 V et 5 V. Le potentiomètre P3 doit être réglé pour obtenir ces valeurs limites respectivement à la température minimale et à la température maximale d'utilisation.

Déterminez la valeur de A afin que V_T soit conforme aux valeurs attendues.

Remarque : Relire la question 3.1.2.

4 Etude de FA1 : Production des tensions stabilisées

4.1 Etude de FA11 : Détection de la position de la pédale d'embrayage

Documents ressources : AN3 FR6

Par mesure de sécurité, on ne peut démarrer la prise de force si l'utilisateur n'enfonce pas la pédale d'embrayage du tracteur. Un contacteur est placé sous la pédale d'embrayage, il est repéré S1 (Clutch) sur le schéma structurel.

Caractéristiques technologiques des semi-conducteurs discrets :

1N4148 $V_F = 0,7 \text{ V}$

1N4004 $V_F = 0,7 \text{ V}$

BC856 $V_{EB} = 0,7 \text{ V}$ $V_{ECsat} = 0,25 \text{ V}$ $75 \leq \beta \leq 425$

- 4.1.1. En considérant le transistor Q1 saturé, déterminez le courant I_{R3} . Vous négligerez I_{D5} devant I_{R3} .
- 4.1.2. Déduisez-en les courants I_{R4} et I_{D3} en considérant que VCL est déconnecté.
- 4.1.3. Déterminez le courant de base minimal I_{Bmin} permettant la saturation de Q1.
- 4.1.4. Donnez l'état de Q1 (bloqué ou saturé) en fonction de l'état de S1 (ouvert ou fermé).
- 4.1.5. Lorsque S1 est fermé, déterminez I_{R1} , et I_{R2} (Le condensateur C1 n'intervient pas).
- 4.1.6. Déduisez-en la valeur de I_B .
- 4.1.7. Le transistor Q1 sera-t-il bien saturé ?
- 4.1.8. Complétez le tableau T7 sur la feuille réponse FR6.

AUTOTRONIC

Commande de prise de force

**FEUILLES
REPONSES**

FR1 à FR6

T1 : question 1.2.1.

SFN2	SF1D
Température d'huile	
Vitesse de la PTO	
Consignes	
Information "Vitesse PTO"	
Commande	
Energie Electrique	

T2 : question 2.1.1

$\overline{\text{IRQ}}$	PGM	NMI
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

T3 : question 2.1.3.

$\overline{\text{CAN}}$	CAN-RDY	READY
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

T4 : question 2.2.1.

A15	A14	A13	$\overline{\text{RAM}}$	$\overline{\text{EPROM}}$	$\overline{\text{CAN}}$	$\overline{\text{FLASH}}$
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

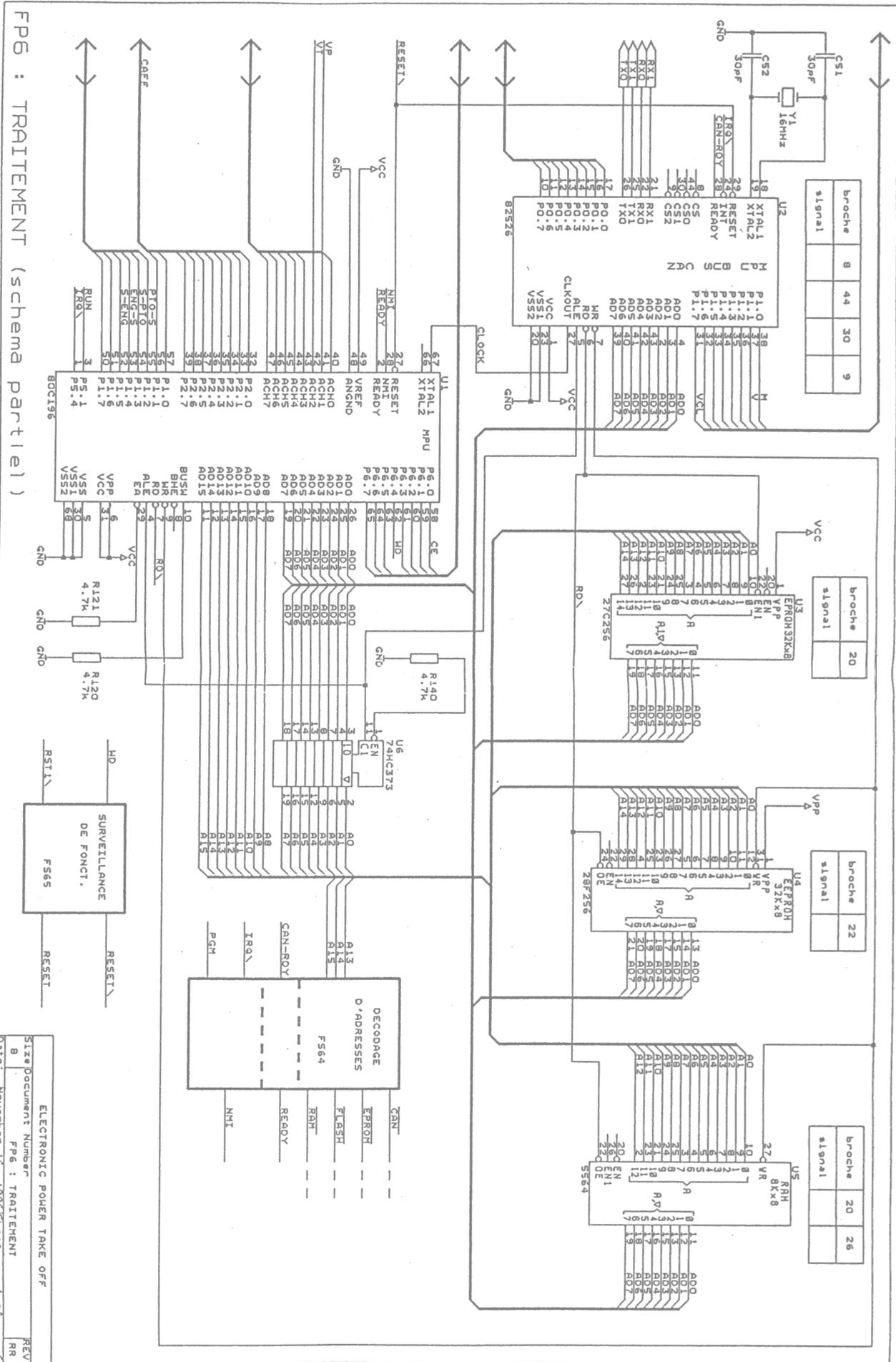
T5 : question 2.2.2.

	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Adr. Basse	Adr. Haute
RAM																		XXXX
																	XXXX	
EPROM																		XXXX
																	XXXX	
Interface Bus CAN																		XXXX
																	XXXX	
EEPROM																		XXXX
																	XXXX	

T6 : question 2.2.3.

Plan mémoire de la carte microcontrôleur

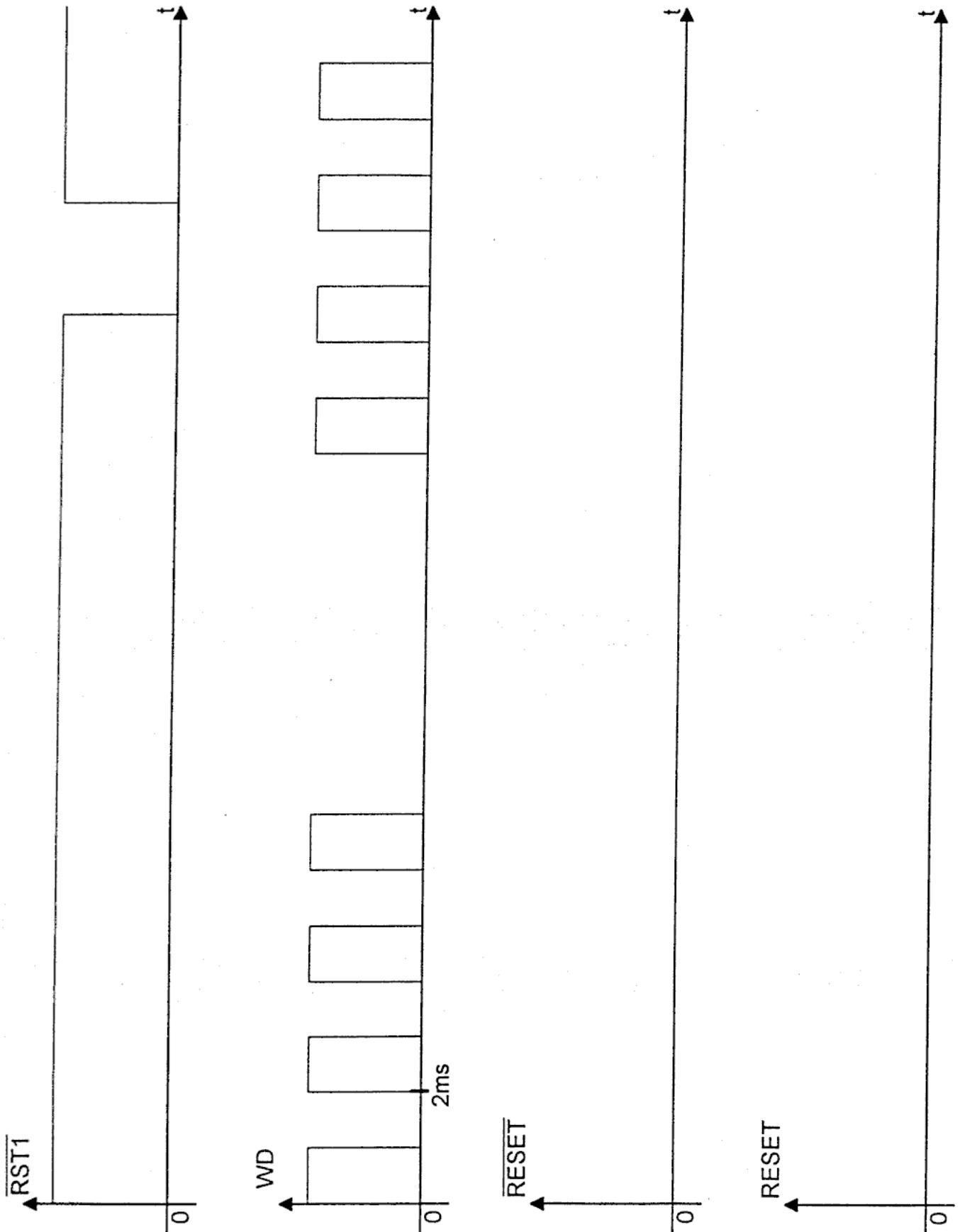


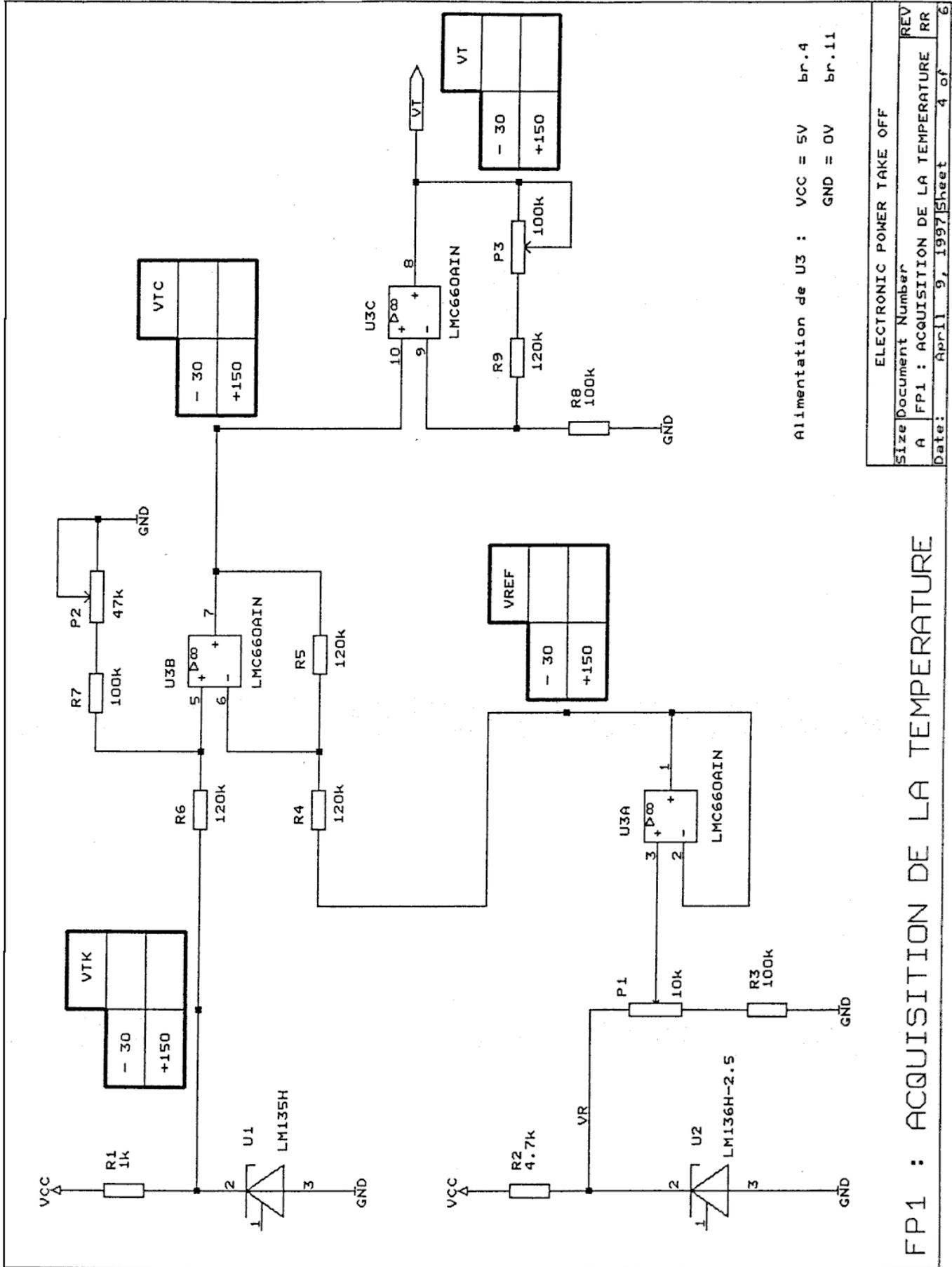


FP6 : TRAITEMENT (schema partiel)

ELECTRONIC POWER TAKE OFF
 Size Document Number FP6 : TRAITEMENT
 Date: November 16, 1996 Sheet 1 of 6

CI : question 2.3.5.





Alimentation de U3 : VCC = 5V br.4
 GND = 0V br.11

ELECTRONIC POWER TAKE OFF	
Size	Document Number
A	FP1 : ACQUISITION DE LA TEMPERATURE
Date:	April 9, 1997
Sheet	4 of 6
REV	RR

Convention de notation à utiliser dans le tableau T7 :

pour un transistor : **B** lorsqu'il est bloqué
 S lorsqu'il est saturé

pour signal logique : **0** lorsque le potentiel est inférieur à +3v
 1 lorsque le potentiel est supérieur à +3v

T7 : question 4.1.8.

Pédale d'embrayage	Etat de S1	Etat de Q1	X (en V)	VCL (en V)	X (état logique)	VCL (état logique)
Relâchée	Ouvert (0)					
Enfoncée	Fermé (1)					

AUTOTRONIC

Commande de prise de force

**Présentation
du système technique
et de l'objet technique**

Analyse Fonctionnelle

Pages AF1 à AF11

AUTOTRONIC : Commande de prise de force

Les tracteurs agricoles ont été conçus pour tirer différents types de charges telles que benne, charrue, herse, presse, semoir, épandeur, ... etc.

Certains des outils tractés ont besoin d'une énergie mécanique pour remplir leur fonction. Cette énergie mécanique est fournie par le moteur du tracteur par l'intermédiaire d'une "Ligne de prise de force" intégrée à la transmission.

La "Ligne de prise de force" est composée d'un train d'engrenages, d'un embrayage et d'un arbre dont l'extrémité est appelée "Prise de force" (Power Take Off ou PTO en anglais). Cette dernière se situe à l'arrière du tracteur. Ainsi, on peut accoupler l'outil attelé par un cardan qui transmet le mouvement mécanique.

L'objet technique que nous nous proposons d'étudier est la commande électronique (appelée Autotronic) de la ligne de prise de force d'un tracteur MASSEY FERGUSON de la série 6100 (tracteur haut de gamme de 70 à 120 ch DIN).

1. Analyse du système

Le système étudié dans lequel intervient l'Autotronic est le **tracteur agricole**.

1.1 Mise en situation

- Expression du besoin satisfait par le système

Tracter un outil agricole.

- Présentation



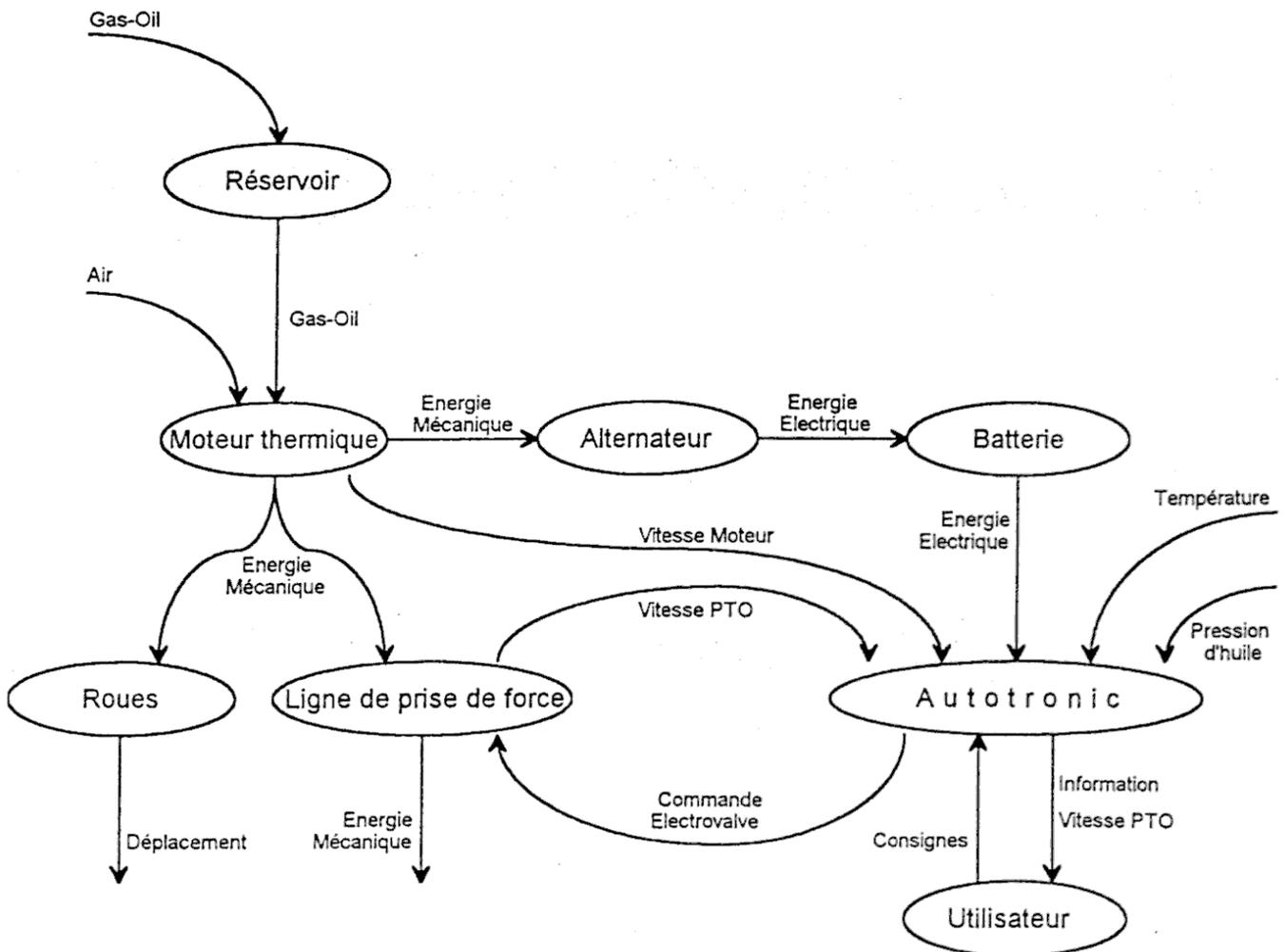
1.2 Identification des éléments

Nous nous limiterons volontairement aux éléments du système qui interviennent dans la partie étudiée.

- le moteur thermique
- les roues
- le réservoir
- la ligne de prise de force
- l'Autotronic
- l'alternateur
- la batterie

1.3 Définition des relations entre les éléments

➤ Diagramme sagittal



1.4 Emergence des fonctions des éléments du système

Le Réservoir : il contient le gas-oil nécessaire au fonctionnement du moteur thermique.

Le Moteur : il brûle un mélange gas-oil / Air pour fournir de l'énergie mécanique.

Les Roues : elles assurent le déplacement du tracteur.

La Ligne de Prise de Force : elle transmet de l'énergie mécanique à l'outil tracté.
elle est pilotée par l'Autotronic
elle fournit l'information "vitesse PTO" à l'Autotronic.

L'Alternateur : il transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

La Batterie : elle stocke l'énergie électrique.

L'utilisateur : il fournit les consignes à l'Autotronic.
il fournit l'information "Vitesse PTO" sur son tableau de bord.

L'Autotronic : En fonction de la température et de la pression de l'huile, de la vitesse moteur, de la vitesse de la prise de force et des consignes de l'utilisateur, il pilote l'électrovalve de l'embrayage de la ligne de prise de force.

Remarque : L'Autotronic assure aussi d'autres fonctions qui ne sont pas étudiées ici (commande du changement de vitesse hydraulique, commande du pont avant, commande des différentiels, ... etc.).

2. Analyse fonctionnelle de l'objet technique

L'objet technique étudié est la commande électronique de la ligne de prise de force.

2.1 Analyse fonctionnelle de niveau 1

➤ Fonction globale

Produire une action selon certaines consignes

➤ Autres objets techniques de même fonction globale mais de fonction d'usage différente :

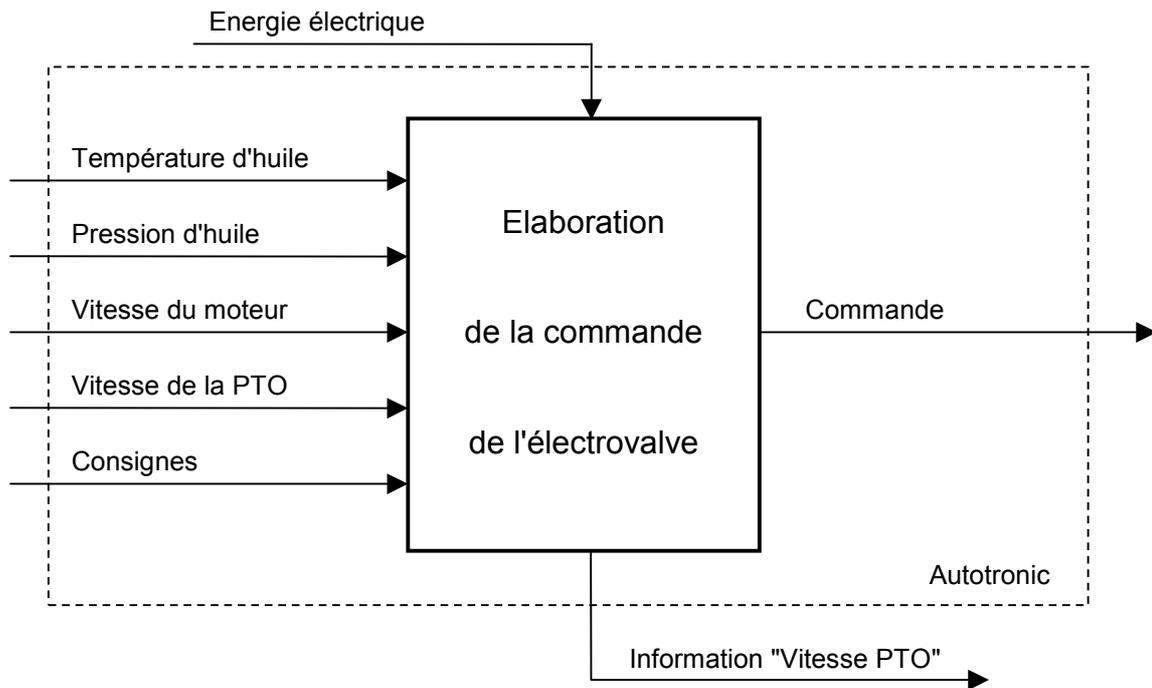
Monte-charge,
Lève-Vitre de véhicule,
Lave-Linge, ... etc.

2.2 Analyse fonctionnelle de niveau II

➤ Fonction d'usage

Piloter l'électrovalve de la ligne de prise de force en fonction de la température et de la pression de l'huile, de la vitesse moteur, de la vitesse de la prise de force et des consignes de l'utilisateur.

➤ Schéma fonctionnel de niveau II



2.3 Etude des milieux associés et du cahier des charges

➤ Caractéristiques techniques de la ligne de prise de force :

Deux vitesses de prise de force :

540 tr/mn et 1 000 tr/mn à un régime moteur de 2000 tr/mn

Pour actionner des outils exigeant peu de puissance moteur, les régimes prises de force économiques sont obtenus à seulement 1550 tr/mn, ce qui permet une économie substantielle de carburant.

Pour actionner des outils exigeant beaucoup de puissance à la prise de force, il est possible d'obtenir jusqu'à 94% de la puissance du moteur.

➤ Fonctionnalités de l'Autotronic (concernant la prise de force PdF)

Il assure la progressivité de l'enclenchement de la PdF (protection cardan).

Il désenclenche automatiquement la PdF économique si le régime moteur est supérieur à 1900 tr/mn (protection outil).

Il désenclenche automatiquement la PdF si l'outil est bloqué au démarrage (protection embrayage de PdF).

Pas de réenclenchement automatique de la PdF à la mise en route du moteur si la PdF est restée en prise (protection chauffeur).

➤ Milieu technique

Fonctionnement assuré pour une tension d'alimentation de 11 V à 16 V

Tension d'alimentation nominale de 14,5 V (*lorsque le moteur est en marche*).

Supporte une surtension de 24V pendant 1h à 24°C ± 5°C (mise en série de deux batteries pour démarrage par grand froid !!!)

Tension d'alimentation inverse supportée : -15 V (inversion de polarité de batterie)

Protection par fusible 20 A

Plage de température de fonctionnement: de -30°C à +70°C

Une interface appelée "Bus CAN" permet à l'Autotronic de dialoguer avec les autres unités de traitement embarquées sur le tracteur.

➤ Milieu économique

Le coût de l'Autotronic reste faible comparé au prix du tracteur et au prix des organes mécaniques qu'il protège (cardan, outil, embrayage).

➤ Milieu humain

Protection du chauffeur (voir fonctionnalités)

Commandes coup de poing sur le tableau de bord.

Mise en service et utilisation très simples.

Aucun entretien.

➤ Milieu physique

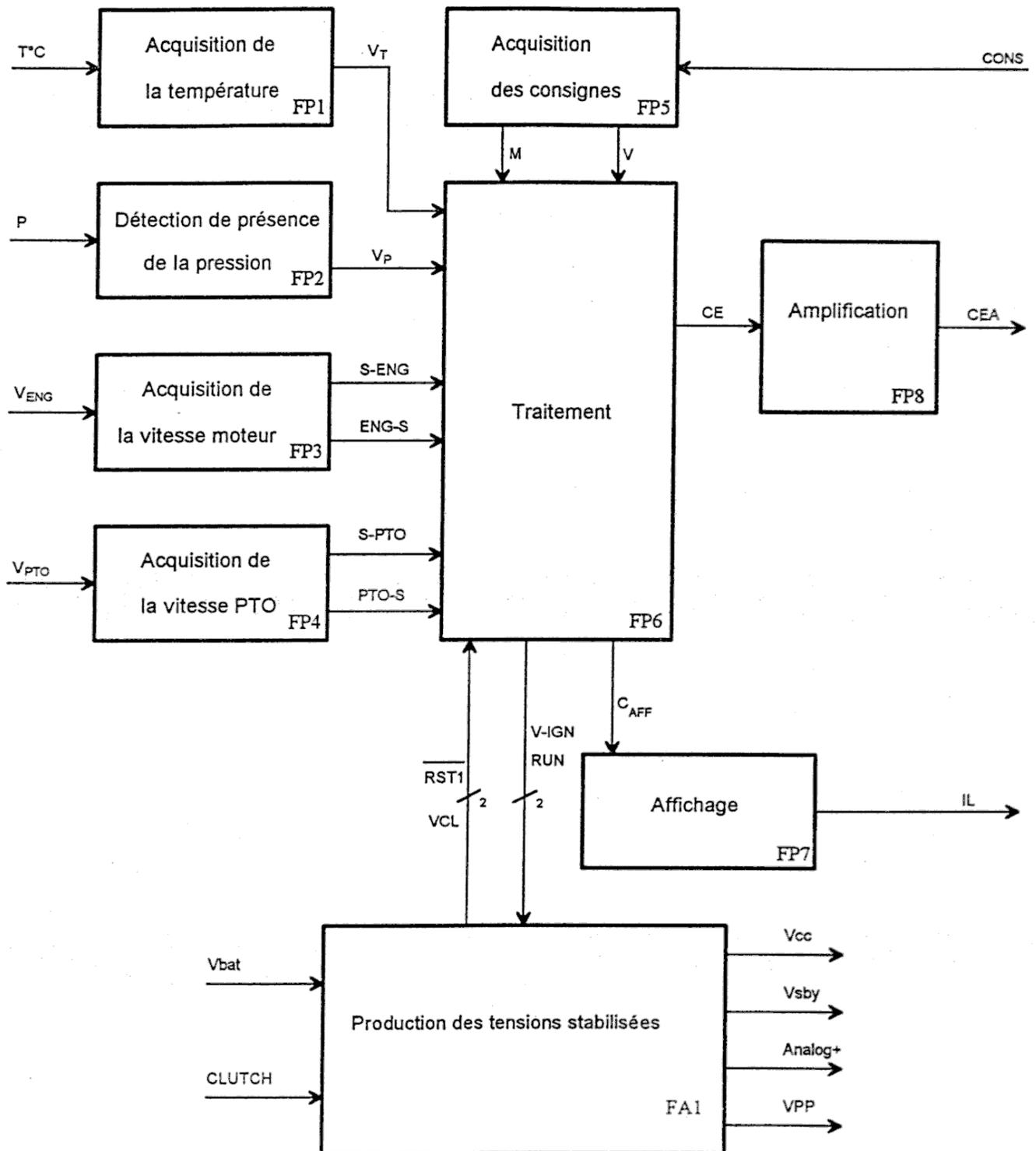
Boîtier blindé pour protéger des perturbations électriques extérieures (normes CEM).

Boîtier placé dans la cabine pour limiter les variations de température.

Dimensions extérieures du boîtier: 160 x 254 x 47,5 mm

2.4 Analyse fonctionnelle de 1^{er} degré

- Schéma fonctionnel de 1^{er} degré (Agencement des fonctions principales)



➤ Définition des signaux d'entrée/sortie des fonctions principales

T°C : Température de l'huile de transmission (plage utile de -30°C à + 150°C)

P : Pression de l'huile

V_{ENG} : vitesse de rotation du moteur (en tr/mn)

V_{PTO} : vitesse de rotation de la prise de force (en tr/mn)

V_T : différence de potentiel continue proportionnelle à la température de l'huile de transmission.

V_P : signal logique de présence de pression d'huile de transmission

S-ENG : signal logique de fréquence proportionnelle à la vitesse de la prise de force

ENG-S : signal logique de fréquence proportionnelle à la vitesse de la prise de force

S-PTO : signal logique de fréquence proportionnelle à la vitesse de la prise de force

PTO-S : signal logique de fréquence proportionnelle à la vitesse de la prise de force

CONS : consignes données par l'utilisateur (mise en marche PTO, choix de vitesse)

M : signal logique de mise en marche de la PTO

V : signal logique du choix de la vitesse de la PTO

CE : signal logique de commande de l'électrovalve d'embrayage de la PTO

CEA : signal de commande amplifié de l'électrovalve d'embrayage de la PTO

CAFF : signaux logiques de commande de l'affichage

IL : informations lumineuses destinées à l'utilisateur

V_{bat} : tension d'alimentation fournie par une batterie de 12 V

CLUTCH : action mécanique sur la pédale d'embrayage

RST1 : signal logique de réinitialisation actif lorsque V_{bat} est trop faible et selon certaines conditions sur CLUTCH, RUN et V-IGN

RUN : signal logique autorisant la mise sous tension de l'Autotronic

V-IGN : signal logique d'allumage

V_{CL} : signal logique indiquant la position de la pédale d'embrayage

V_{CC} : tension continue stabilisée de 5 V nécessaire à l'alimentation de l'électronique de commande

V_{sby} : tension continue stabilisée de 5 V

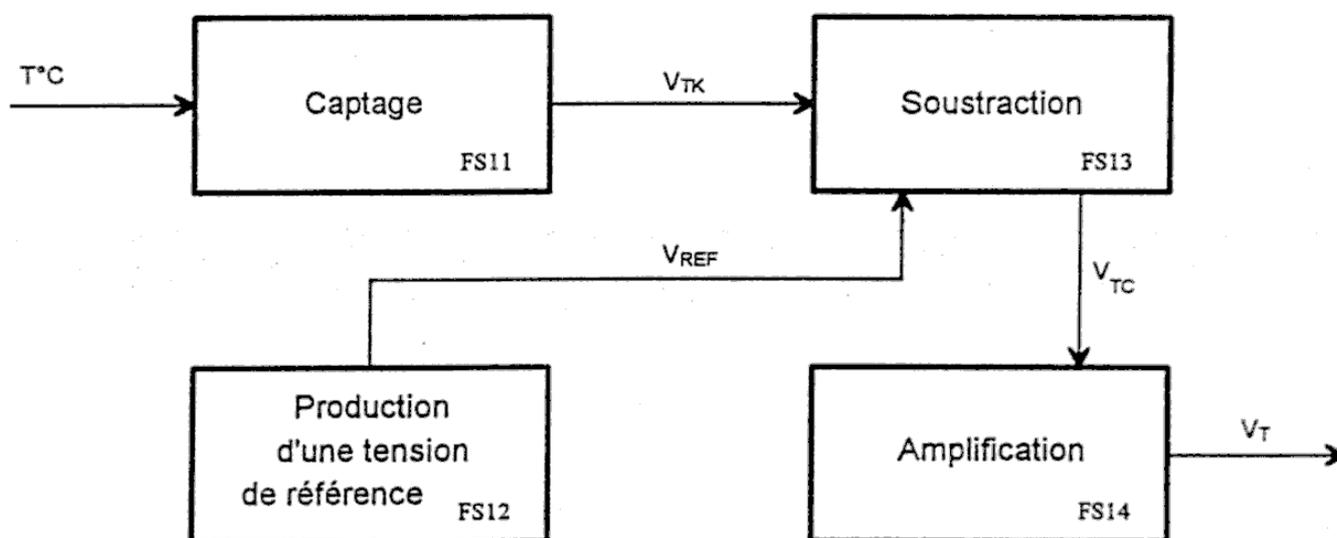
V_{PP} : différence de potentiel continue et stabilisée nécessaire à la programmation des données dans l'EEPROM

Analog+ : différence de potentiel continue utilisée comme tension de référence

2.5 Analyse fonctionnelle de 2^{ème} degré

- Schémas fonctionnel de 2^{ème} degré (Agencement des fonctions secondaires)

2.5.1 FP1 Acquisition de la Température



- Définition des signaux d'entrée/sortie des fonctions secondaires

T°C : Température de l'huile de transmission (plage utile : de -30°C à +150°C)

V_{TK} : différence de potentiel continue proportionnelle à la température de l'huile de transmission exprimée en Kelvin

V_{REF} : différence de potentiel continue ajustée à + 2,43 Volts

V_{TC} : différence de potentiel continue proportionnelle à la température de l'huile de transmission exprimée en degrés Celsius

V_T : différence de potentiel continue proportionnelle à la température de l'huile de transmission adaptée à la plage de tension du convertisseur analogique/numérique de la fonction Traitement.

2.5.2 FP2 Détection de présence de la pression

Cette fonction principale ne sera pas étudiée.

2.5.3 FP3 Acquisition de la vitesse moteur

Cette fonction principale ne sera pas étudiée.

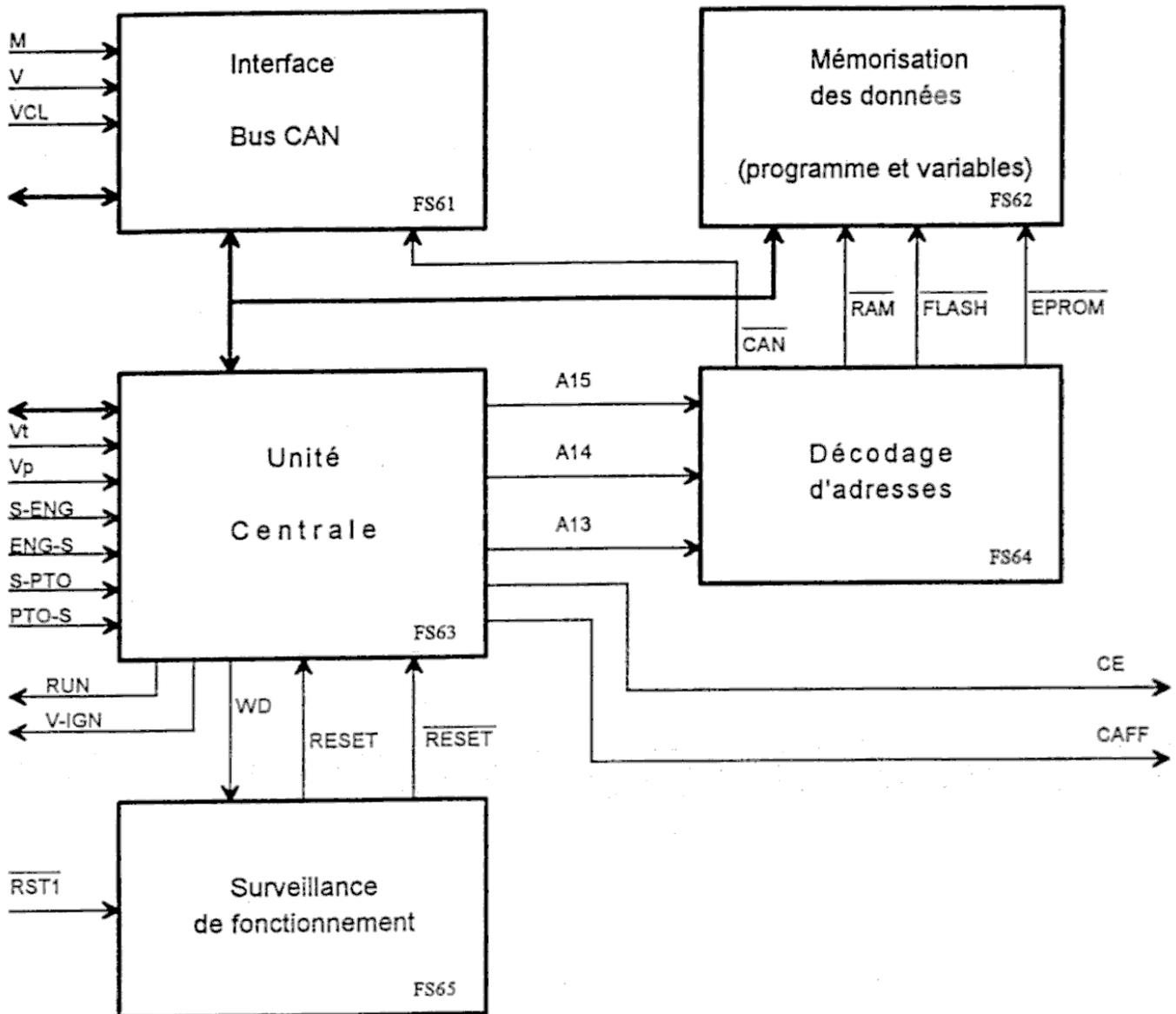
2.5.4 FP4 Acquisition de la vitesse PTO

Cette fonction principale ne sera pas étudiée.

2.5.5 FP5 Acquisition des consignes

Cette fonction principale ne sera pas étudiée.

2.5.6 FP6 Traitement



➤ Définition des signaux d'entrée/sortie des fonctions secondaires

A15, A14 et A13 : signaux logiques, bits de poids fort du bus d'adresse

CAN : bit de sélection de l'interface Bus CAN

RAM : bit de sélection de la RAM

FLASH : bit de sélection de l'EEPROM

EPROM : bit de sélection de l'EPROM

WD : signal logique de chien de garde (Watch-Dog)

RESET : signal logique de réinitialisation de l'unité de traitement

RESET : signal logique de réinitialisation de l'unité de traitement

Remarque : Sur FS61, FS62 et FS63, toutes les entrées/sorties ne sont pas repérées (les bus d'adresse, de données et de contrôle, par exemple). De plus, il y a de nombreux signaux qui n'interviennent pas dans la commande de la PTO mais qui sont gérés par l'Autotronic (commande du relevage, changement de rapport automatique, commande des différentiels et des ponts) qui ne nous intéressent pas dans notre étude.

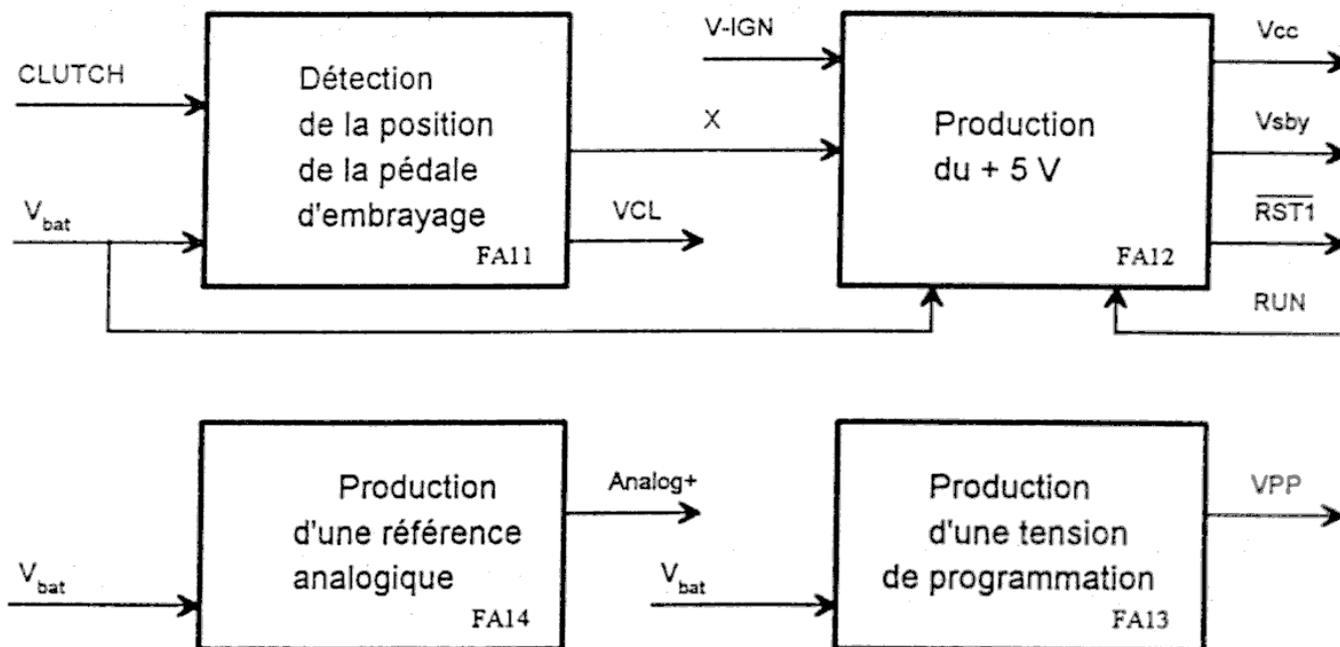
2.5.7 FP7 Affichage

Cette fonction principale ne sera pas étudiée.

2.5.8 FP8 Amplification

Cette fonction principale ne sera pas étudiée.

2.5.9 FA1 Production des tensions stabilisées



➤ Définition des signaux d'entrée/sortie des fonctions secondaires

X : signal logique de position de la pédale d'embrayage

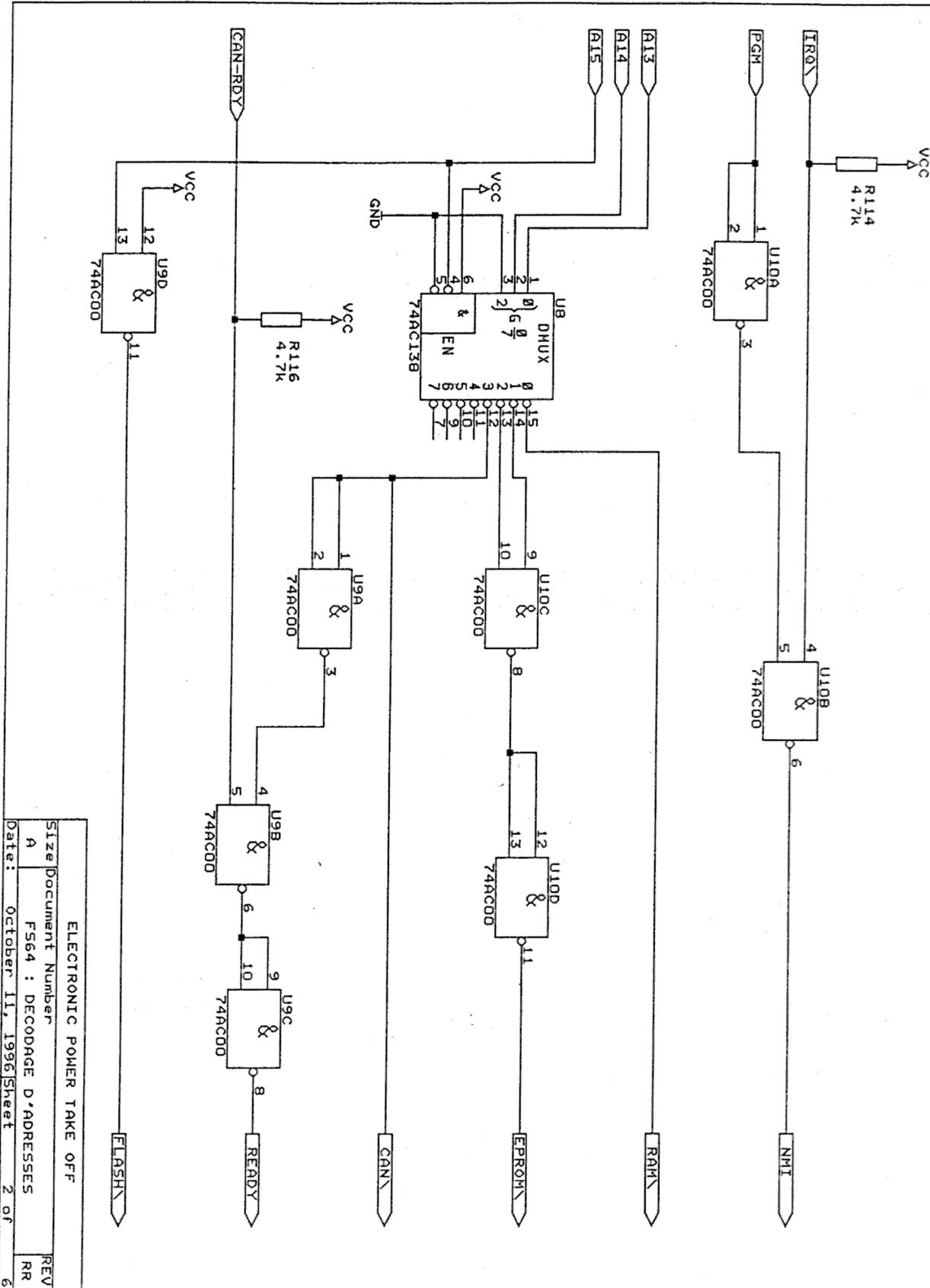
AUTOTRONIC

Commande de prise de force

Documents annexes

AN1	Schéma structurel de FS64	
AN2	Schéma structurel de FS65	
AN3	Schéma structurel de FA1	
AN4	74AC138	2 pages
AN5	MM74HC123A	5 pages
AN6	LM135H	2 pages
AN7	LM136H-2.5	2 pages
AN8	Glossaire Anglais / Français	

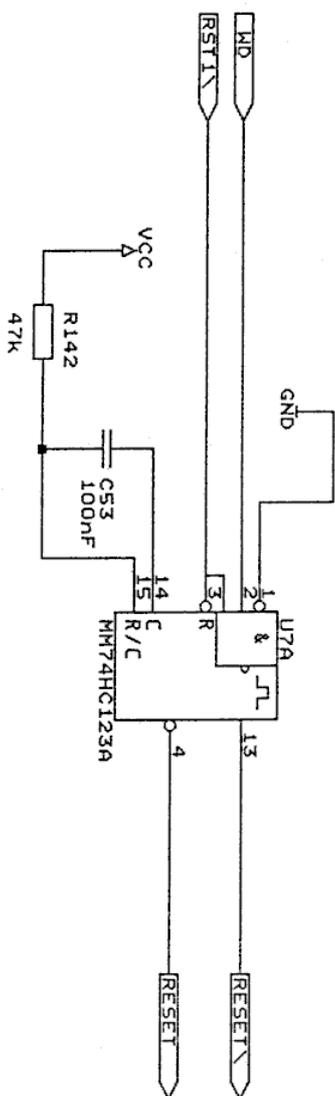
FS64 : DECODAGE D'ADDRESSES



ELECTRONIC POWER TAKE OFF	
Size Document Number	A
FS64 : DECODAGE D'ADDRESSES	REV
Date: October 11, 1996	RR
Sheet 2 of 6	6

Baccalauréat STI GE	Session 1997	
Epreuve n°5 : E.S.T.	Autotronic	Documents annexes

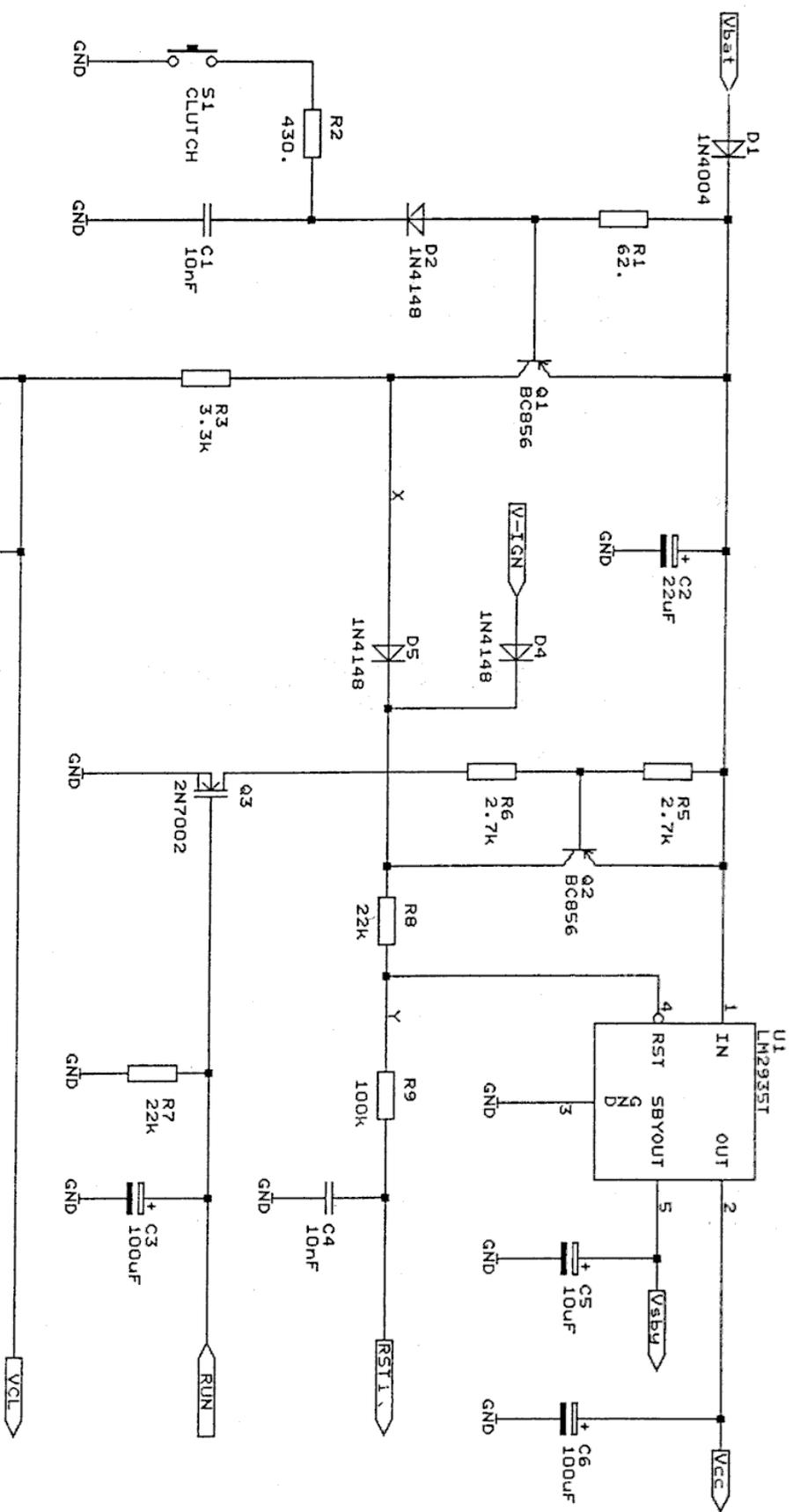
FS65 : SURVEILLANCE DE FONCTIONNEMENT



ELECTRONIC POWER TAKE OFF	
Size	Document Number
A	FS65 : WATCHDOG
Date:	March 1, 1997
	Sheet 3 of 6
REV	RR
6	

Baccalauréat STI GE	Session 1997	
Epreuve n°5 : E.S.T.	Autotronic	Documents annexes

FA1 : PRODUCTION DES TENSIONS STABILISEES (schema partie 1)



ELECTRONIC POWER TAKE OFF	
Size	Document Number
A	FA1 : Prod. des tens. stabilisees
Date:	October 14, 1996
REV	RR
6	6

Baccalauréat STI GE	Session 1997	Documents annexes
Epreuve n°5 : E.S.T.	Autotronic	

54AC/74AC138 • 54ACT/74ACT138 1-of-8 Decoder/Demultiplexer

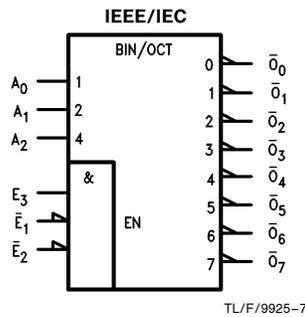
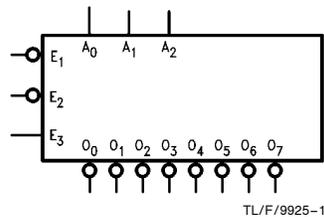
General Description

The 'AC/'ACT138 is a high-speed 1-of-8 decoder/demultiplexer. This device is ideally suited for high-speed bipolar memory chip select address decoding. The multiple input enables allow parallel expansion to a 1-of-24 decoder using just three 'AC/'ACT138 devices or a 1-of-32 decoder using four 'AC/'ACT138 devices and one inverter.

Features

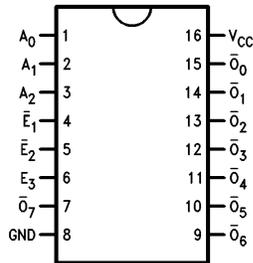
- I_{CC} reduced by 50%
- Demultiplexing capability
- Multiple input enable for easy expansion
- Active LOW mutually exclusive outputs
- Outputs source/sink 24 mA
- 'ACT138 has TTL-compatible inputs
- Standard Military Drawing (SMD)
 - 'AC138: 5962-87622
 - 'ACT138: 5962-87554

Logic Symbols

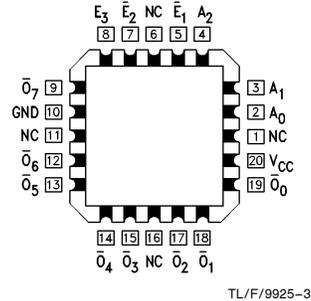


Connection Diagrams

Pin Assignment
for DIP, Flatpak and SOIC



Pin Assignment
for LCC



Pin Names	Description
A ₀ -A ₂	Address Inputs
\bar{E}_1 - \bar{E}_2	Enable Inputs
E ₃	Enable Input
\bar{O}_0 - \bar{O}_7	Outputs

FACT™ is a trademark of National Semiconductor Corporation.

Functional Description

The 'AC/'ACT138 high-speed 1-of-8 decoder/demultiplexer accepts three binary weighted inputs (A_0, A_1, A_2) and, when enabled, provides eight mutually exclusive active-LOW outputs ($\bar{O}_0-\bar{O}_7$). The 'AC/'ACT138 features three Enable inputs, two active-LOW (\bar{E}_1, \bar{E}_2) and one active-HIGH (E_3). All outputs will be HIGH unless \bar{E}_1 and \bar{E}_2 are LOW and E_3 is HIGH. This multiple enable function allows easy parallel expansion of the device to a 1-of-32 (5 lines to 32 lines)

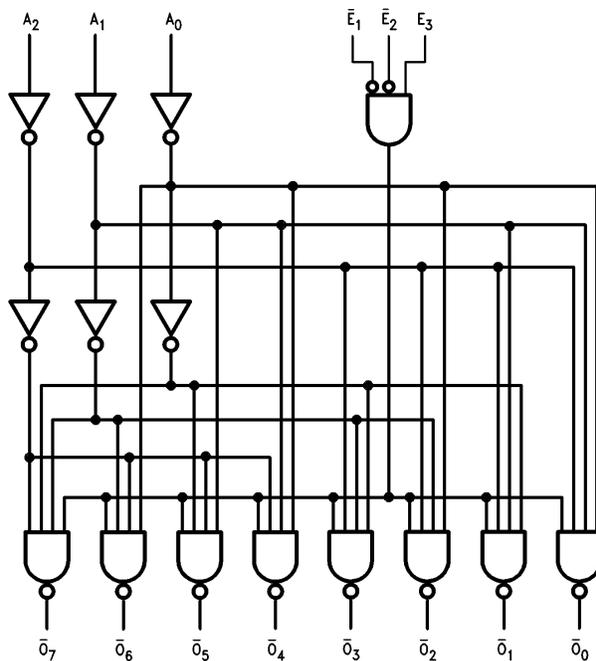
decoder with just four 'AC/'ACT138 devices and one inverter (see *Figure 1*). The 'AC/'ACT138 can be used as an 8-output demultiplexer by using one of the active LOW Enable inputs as the data input and the other Enable inputs as strobes. The Enable inputs which are not used must be permanently tied to their appropriate active-HIGH or active-LOW state.

Truth Table

Inputs						Outputs							
\bar{E}_1	\bar{E}_2	E_3	A_0	A_1	A_2	\bar{O}_0	\bar{O}_1	\bar{O}_2	\bar{O}_3	\bar{O}_4	\bar{O}_5	\bar{O}_6	\bar{O}_7
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

Logic Diagram



TL/F/9925-4

Please note that this diagram is provided only for the understanding of logic operations and should not be used to estimate propagation delays.

MM54HC123A/MM74HC123A

Dual Retriggerable Monostable Multivibrator

General Description

The MM54/74HC123A high speed monostable multivibrators (one shots) utilize advanced silicon-gate CMOS technology. They feature speeds comparable to low power Schottky TTL circuitry while retaining the low power and high noise immunity characteristic of CMOS circuits.

Each multivibrator features both a negative, A, and a positive, B, transition triggered input, either of which can be used as an inhibit input. Also included is a clear input that when taken low resets the one shot. The 'HC123 can be triggered on the positive transition of the clear while A is held low and B is held high.

The 'HC123A is retriggerable. That is it may be triggered repeatedly while their outputs are generating a pulse and the pulse will be extended.

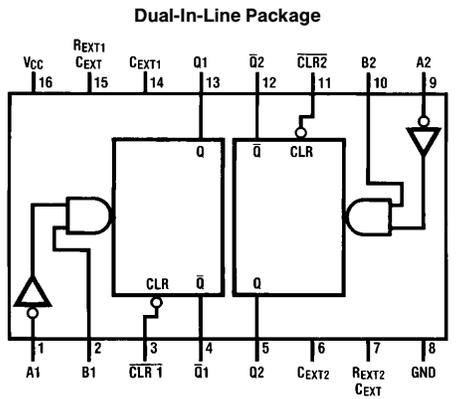
Pulse width stability over a wide range of temperature and supply is achieved using linear CMOS techniques. The out-

put pulse equation is simply: $PW = (R_{EXT})(C_{EXT})$; where PW is in seconds, R is in ohms, and C is in farads. All inputs are protected from damage due to static discharge by diodes to V_{CC} and ground.

Features

- Typical propagation delay: 25 ns
- Wide power supply range: 2V–6V
- Low quiescent current: 80 μ A maximum (74HC Series)
- Low input current: 1 μ A maximum
- Fanout of 10 LS-TTL loads
- Simple pulse width formula $T = RC$
- Wide pulse range: 400 ns to ∞ (typ)
- Part to part variation: $\pm 5\%$ (typ)
- Schmitt Trigger A & B inputs enable infinite signal input rise and fall times.

Connection Diagram

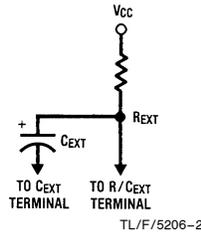


TL/F/5206-1

Top View

Order Number MM54HC123A or MM74HC123A

Timing Component



Note: Pin 6 and Pin 14 must be hard-wired to GND.

TL/F/5206-2

Truth Table

Inputs			Outputs	
\bar{Clear}	A	B	Q	\bar{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	\uparrow	\square	\square
H	\downarrow	H	\square	\square
\uparrow	L	H	\square	\square

- H = High Level
- L = Low Level
- \uparrow = Transition from Low to High
- \downarrow = Transition from High to Low
- \square = One High Level Pulse
- \square = One Low Level Pulse
- X = Irrelevant

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC})	-0.5V to +7.0V
DC Input Voltage (V_{IN})	-1.5V to $V_{CC} + 1.5V$
DC Output Voltage (V_{OUT})	-0.5V to $V_{CC} + 0.5V$
Clamp Diode Current (I_{IK}, I_{OK})	± 20 mA
DC Output Current, per pin (I_{OUT})	± 25 mA
DC V_{CC} or GND Current, per pin (I_{CC})	± 50 mA
Storage Temperature Range (T_{STG})	-65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D) (Note 3)	600 mW
S.O. Package only	500 mW
Lead Temperature (T_L) (Soldering 10 seconds)	260°C

Operating Conditions

	Min	Max	Units
Supply Voltage (V_{CC})	2	6	V
DC Input or Output Voltage (V_{IN}, V_{OUT})	0	V_{CC}	V
Operating Temp. Range (T_A)			
MM74HC	-40	+85	°C
MM54HC	-55	+125	°C
Input Rise or Fall Times (Clear Input) (t_r, t_f)			
$V_{CC} = 2.0V$		1000	ns
$V_{CC} = 4.5V$		500	ns
$V_{CC} = 6.0V$		400	ns

DC Electrical Characteristics (Note 4)

Symbol	Parameter	Conditions	V_{CC}	$T_A = 25^\circ C$			Units	
				Typ	74HC $T_A = -40$ to $85^\circ C$	54HC $T_A = -55$ to $125^\circ C$		
V_{IH}	Minimum High Level Input Voltage		2.0V		1.5	1.5	V	
			4.5V		3.15	3.15	V	
			6.0V		4.2	4.2	V	
V_{IL}	Maximum Low Level Input Voltage		2.0V		0.3	0.3	V	
			4.5V		0.9	0.9	V	
			6.0V		1.2	1.2	V	
V_{OH}	Minimum High Level Output Voltage	$V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} $ I_{OUT} \leq 20 \mu A$	2.0V	2.0	1.9	1.9	V	
			4.5V	4.5	4.4	4.4	V	
			6.0V	6.0	5.9	5.9	V	
		$V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} $ I_{OUT} \leq 4.0$ mA $ I_{OUT} \leq 5.2$ mA	4.5V	4.2	3.98	3.84	V	
			6.0V	5.7	5.48	5.34	V	
							V	
V_{OL}	Maximum Low Level Output Voltage	$V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} $ I_{OUT} \leq 20 \mu A$	2.0V	0	0.1	0.1	V	
			4.5V	0	0.1	0.1	V	
			6.0V	0	0.1	0.1	V	
		$V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} $ I_{OUT} \leq 4$ mA $ I_{OUT} \leq 5.2$ mA	4.5V	0.2	0.26	0.33	V	
			6.0V	0.2	0.26	0.33	V	
							V	
I_{IN}	Maximum Input Current (Pins 7, 15)	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND	6.0V		± 0.5	± 5.0	μA	
I_{IN}	Maximum Input Current (all other pins)	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND	6.0V		± 0.1	± 1.0	μA	
I_{CC}	Maximum Quiescent Supply Current (standby)	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND $I_{OUT} = 0 \mu A$	6.0V		8.0	80	160	μA
I_{CC}	Maximum Active Supply Current (per monostable)	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND $R/C_{EXT} = 0.5V_{CC}$	2.0V	36	80	110	130	μA
			4.5V	0.33	1.0	1.3	1.6	mA
			6.0V	0.7	2.0	2.6	3.2	mA

Note 1: Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

Note 2: Unless otherwise specified all voltages are referenced to ground.

Note 3: Power Dissipation Temperature Derating:

Plastic "N" Package: -12mW/°C from 65°C to 85°C

Ceramic "J" Package: -12mW/°C from 100°C to 125°C.

Note 4: For a power supply of 5V $\pm 10\%$ the worst-case output voltages (V_{OH}, V_{OL}) occur for HC at 4.5V. Thus the 4.5V values should be used when designing with this supply. Worst-case V_{IH} and V_{IL} occur at $V_{CC} = 5.5V$ and 4.5V respectively. (The V_{IH} value at 5.5V is 3.85V.) The worst-case leakage current (I_{IN}, I_{CC} , and I_{OZ}) occur for CMOS at the higher voltage and so the 6.0V values should be used.

AC Electrical Characteristics $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$, $C_L = 15\text{ pF}$, $t_r = t_f = 6\text{ ns}$

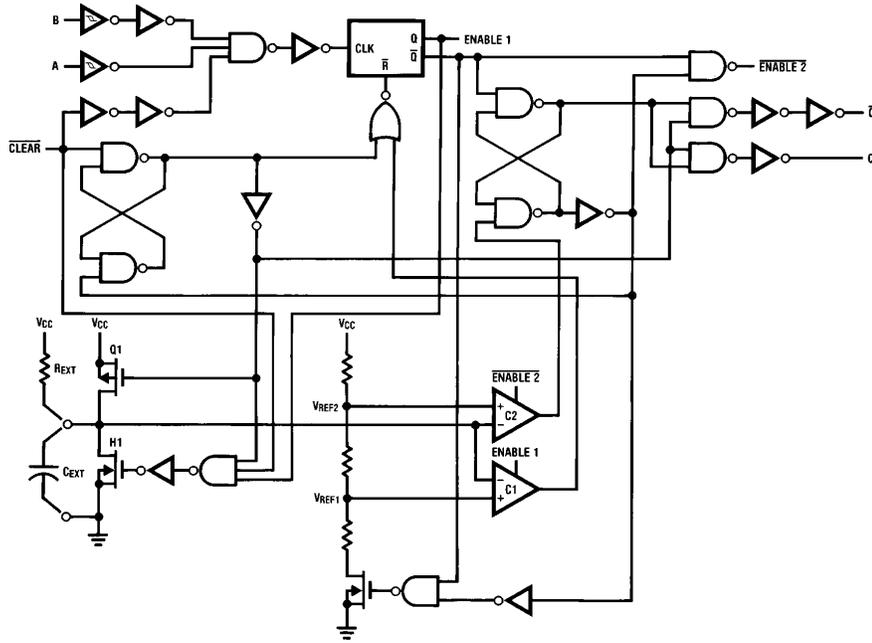
Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Limit	Units
t_{PLH}	Maximum Trigger Propagation Delay A, B or Clear to Q		22	33	ns
t_{PHL}	Maximum Trigger Propagation Delay A, B or Clear to \bar{Q}		25	42	ns
t_{PHL}	Maximum Propagation Delay, Clear to Q		20	27	ns
t_{PLH}	Maximum Propagation Delay, Clear to \bar{Q}		22	33	ns
t_W	Minimum Pulse Width, A, B or Clear		14	26	ns
t_{REM}	Minimum Clear Removal Time			0	ns
$t_{WQ(MIN)}$	Minimum Output Pulse Width	$C_{EXT} = 28\text{ pF}$ $R_{EXT} = 2\text{ k}\Omega$	400		ns
t_{WQ}	Output Pulse Width	$C_{EXT} = 1000\text{ pF}$ $R_{EXT} = 10\text{ k}\Omega$	10		μs

AC Electrical Characteristics $C_L = 50\text{ pF}$ $t_r = t_f = 6\text{ ns}$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Conditions	V_{CC}	$T_A = 25^\circ C$		74HC $T_A = -40\text{ to }85^\circ C$		54HC $T_A = -55\text{ to }125^\circ C$		Units
				Typ	Guaranteed Limits	Typ	Guaranteed Limits	Typ	Guaranteed Limits	
t_{PLH}	Maximum Trigger Propagation Delay, A, B or Clear to Q		2.0V	77	169	194	210	ns		
			4.5V	26	42	51	57	ns		
			6.0V	21	32	39	44	ns		
t_{PHL}	Maximum Trigger Propagation Delay, A, B or Clear to \bar{Q}		2.0V	88	197	229	250	ns		
			4.5V	29	48	60	67	ns		
			6.0V	24	38	46	51	ns		
t_{PHL}	Maximum Propagation Delay Clear to Q		2.0V	54	114	132	143	ns		
			4.5V	23	34	41	45	ns		
			6.0V	19	28	33	36	ns		
t_{PLH}	Maximum Propagation Delay Clear to \bar{Q}		2.0V	56	116	135	147	ns		
			4.5V	25	36	42	46	ns		
			6.0V	20	29	34	37	ns		
t_W	Minimum Pulse Width A, B, Clear		2.0V	57	123	144	157	ns		
			4.5V	17	30	37	42	ns		
			6.0V	12	21	27	30	ns		
t_{REM}	Minimum Clear Removal Time		2.0V		0	0	0	ns		
			4.5V		0	0	0	ns		
			6.0V		0	0	0	ns		
t_{TLH}, t_{THL}	Maximum Output Rise and Fall Time		2.0V	30	75	95	110	ns		
			4.5V	8	15	19	22	ns		
			6.0V	7	13	16	19	ns		
$t_{WQ(MIN)}$	Minimum Output Pulse Width	$C_{EXT} = 28\text{ pF}$ $R_{EXT} = 2\text{ k}\Omega$ $R_{EXT} = 6\text{ k}\Omega$ ($V_{CC} = 2V$)	2.0V	1.5				μs		
			4.5V	450				ns		
			6.0V	380				ns		
t_{WQ}	Output Pulse Width	$C_{EXT} = 0.1\text{ }\mu F$ $R_{EXT} = 10\text{ k}\Omega$	Min	5.0V	1	0.9	0.86	0.85	ms	
			Max	5.0V	1	1.1	1.14	1.15	ms	
C_{IN}	Maximum Input Capacitance (Pins 7 & 15)			12	20	20	20	pF		
C_{IN}	Maximum Input Capacitance (other inputs)			6	10	10	10	pF		
C_{PD}	Power Dissipation Capacitance	(Note 5)		70				pF		

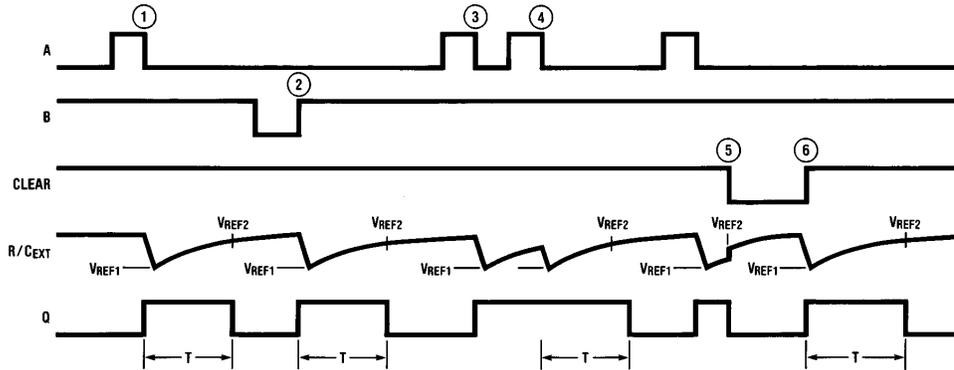
Note 5: C_{PD} determines the no load dynamic power consumption, $P_D = C_{PD} V_{CC}^2 f + I_{CC} V_{CC}$, and the no load dynamic current consumption, $I_S = C_{PD} V_{CC} f + I_{CC}$.

Logic Diagram



TL/F/5206-5

Theory of Operation



TL/F/5206-6

- ⊙ POSITIVE EDGE TRIGGER
- ⊙ POSITIVE EDGE RE-TRIGGER (PULSE LENGTHENING)
- ⊙ NEGATIVE EDGE TRIGGER
- ⊙ RESET PULSE SHORTENING
- ⊙ POSITIVE EDGE TRIGGER
- ⊙ CLEAR TRIGGER

FIGURE 1

TRIGGER OPERATION

As shown in *Figure 1* and the logic diagram before an input trigger occurs, the one shot is in the quiescent state with the Q output low, and the timing capacitor C_{EXT} completely charged to V_{CC} . When the trigger input A goes from V_{CC} to GND (while inputs B and clear are held to V_{CC}) a valid trigger is recognized, which turns on comparator C1 and N-

channel transistor N1 ⊙. At the same time the output latch is set. With transistor N1 on, the capacitor C_{EXT} rapidly discharges toward GND until V_{REF1} is reached. At this point the output of comparator C1 changes state and transistor N1 turns off. Comparator C1 then turns off while at the same time comparator C2 turns on. With transistor N1 off, the capacitor C_{EXT} begins to charge through the timing re-

sistor, R_{EXT} , toward V_{CC} . When the voltage across C_{EXT} equals V_{REF2} , comparator C2 changes state causing the output latch to reset (Q goes low) while at the same time disabling comparator C2. This ends the timing cycle with the monostable in the quiescent state, waiting for the next trigger.

A valid trigger is also recognized when trigger input B goes from GND to V_{CC} (while input A is at GND and input clear is at V_{CC}). The 'HC123A can also be triggered when clear goes from GND to V_{CC} (while A is at GND and B is at V_{CC}).

It should be noted that in the quiescent state C_{EXT} is fully charged to V_{CC} causing the current through resistor R_{EXT} to be zero. Both comparators are "off" with the total device current due only to reverse junction leakages. An added feature of the 'HC123A is that the output latch is set via the input trigger without regard to the capacitor voltage. Thus, propagation delay from trigger to Q is independent of the value of C_{EXT} , R_{EXT} , or the duty cycle of the input waveform.

RETRIGGER OPERATION

The 'HC123A is retriggered if a valid trigger occurs followed by another trigger before the Q output has returned to the quiescent (zero) state. Any retrigger, after the timing node voltage at the R/ C_{EXT} pin has begun to rise from V_{REF1} , but has not yet reached V_{REF2} , will cause an increase in output pulse width T. When a valid retrigger is initiated, the voltage at the R/ C_{EXT} pin will again drop to V_{REF1} before progressing along the RC charging curve

toward V_{CC} . The Q output will remain high until time T, after the last valid retrigger.

Because the trigger-control circuit flip-flop resets shortly after C_X has discharged to the reference voltage of the lower reference circuit, the minimum retrigger time, t_{rr} is a function of internal propagation delays and the discharge time of C_X :

$$t_{rr} \approx 20 + \frac{187}{V_{CC} - 0.7} + \frac{565 + (0.256 V_{CC}) C_X}{[V_{CC} - 0.7]^2}$$

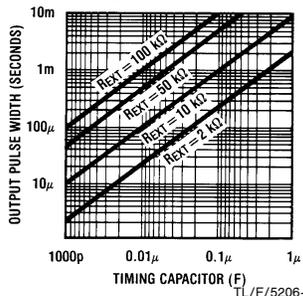
Another removal/retrigger time occurs when a short clear pulse is used. Upon receipt of a clear, the one shot must charge the capacitor up to the upper trip point before the one shot is ready to receive the next trigger. This time is dependent on the capacitor used and is approximately:

$$t_{rr} = 196 + \frac{640}{V_{CC} - 0.7} + \frac{522 + (0.3 V_{CC}) C_X}{(V_{CC} - 0.7)^2} \text{ ns}$$

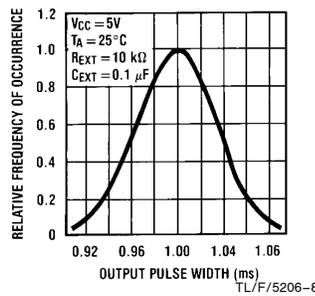
RESET OPERATION

These one shots may be reset during the generation of the output pulse. In the reset mode of operation, an input pulse on clear sets the reset latch and causes the capacitor to be fast charged to V_{CC} by turning on transistor Q1. When the voltage on the capacitor reaches V_{REF2} , the reset latch will clear and then be ready to accept another pulse. If the clear input is held low, any trigger inputs that occur will be inhibited and the Q and \bar{Q} outputs of the output latch will not change. Since the Q output is reset when an input low level is detected on the Clear input, the output pulse T can be made significantly shorter than the minimum pulse width specification.

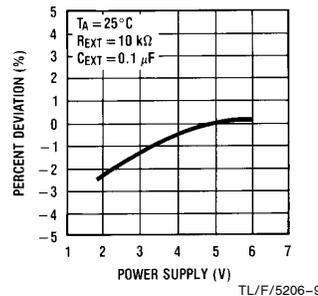
Typical Output Pulse Width vs. Timing Components



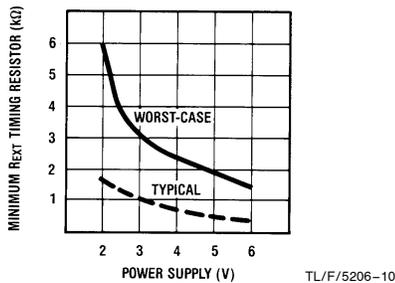
Typical Distribution of Output Pulse Width, Part to Part



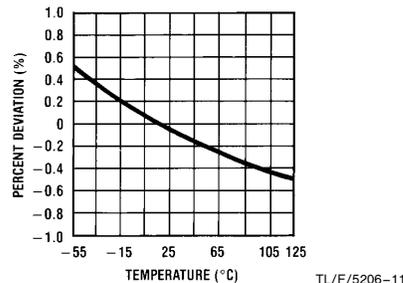
Typical 1ms Pulse Width Variation vs. Supply



Minimum REXT vs. Supply Voltage



Typical 1ms Pulse Width Variation vs. Temperature



Note: R and C are not subjected to temperature. The C is polypropylene.

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors

General Description

The LM135 series are precision, easily-calibrated, integrated circuit temperature sensors. Operating as a 2-terminal zener, the LM135 has a breakdown voltage directly proportional to absolute temperature at +10 mV/°K. With less than 1Ω dynamic impedance the device operates over a current range of 400 μA to 5 mA with virtually no change in performance. When calibrated at 25°C the LM135 has typically less than 1°C error over a 100°C temperature range. Unlike other sensors the LM135 has a linear output.

Applications for the LM135 include almost any type of temperature sensing over a -55°C to +150°C temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

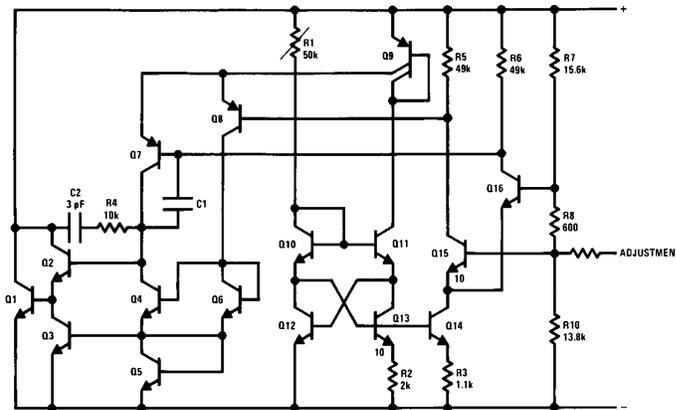
The LM135 operates over a -55°C to +150°C temperature range while the LM235 operates over a -40°C to +125°C

temperature range. The LM335 operates from -40°C to +100°C. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-46 transistor packages while the LM335 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

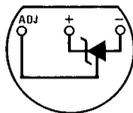
- Directly calibrated in °Kelvin
- 1°C initial accuracy available
- Operates from 400 μA to 5 mA
- Less than 1Ω dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

Schematic Diagram



Connection Diagrams

TO-92
Plastic Package

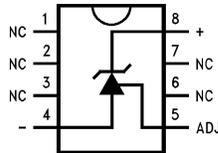


TL/H/5698-8

Bottom View

Order Number LM335Z or LM335AZ
See NS Package Number Z03A

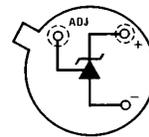
SO-8
Surface Mount Package



TL/H/5698-25

Order Number LM335M or
LM335AM
See NS Package Number M08A

TO-46
Metal Can Package*



TL/H/5698-26

Bottom View

*Case is connected to negative pin
Order Number LM135H,
LM135H-MIL, LM235H, LM335H,
LM135AH, LM235AH or LM335AH
See NS Package Number H03H

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications. (Note 4)

Reverse Current	15 mA
Forward Current	10 mA
Storage Temperature	
TO-46 Package	-60°C to +180°C
TO-92 Package	-60°C to +150°C
SO-8 Package	-65°C to +150°C

Specified Operating Temp. Range

	Continuous	Intermittent (Note 2)
LM135, LM135A	-55°C to +150°C	150°C to 200°C
LM235, LM235A	-40°C to +125°C	125°C to 150°C
LM335, LM335A	-40°C to +100°C	100°C to 125°C
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)		
TO-92 Package:		260°C
TO-46 Package:		300°C
SO-8 Package:		300°C
Vapor Phase (60 seconds)		215°C
Infrared (15 seconds)		220°C

Temperature Accuracy LM135/LM235, LM135A/LM235A (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135A/LM235A			LM135/LM235			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$	2.97	2.98	2.99	2.95	2.98	3.01	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	3	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}$, $I_R = 1\text{ mA}$		1.3	2.7		2	5	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1		0.5	1.5	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	0.5		0.3	1	°C

Temperature Accuracy LM335, LM335A (Note 1)

Parameter	Conditions	LM335A			LM335			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$	2.95	2.98	3.01	2.92	2.98	3.04	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$		1	3		2	6	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}$, $I_R = 1\text{ mA}$		2	5		4	9	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	2	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1.5		0.3	1.5	°C

Electrical Characteristics (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135/LM235 LM135A/LM235A			LM335 LM335A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage Change with Current	$400\ \mu\text{A} \leq I_R \leq 5\text{ mA}$ At Constant Temperature		2.5	10		3	14	mV
Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.5			0.6		Ω
Output Voltage Temperature Coefficient			+10			+10		mV/°C
Time Constant	Still Air		80			80		sec
	100 ft/Min Air		10			10		sec
	Stirred Oil		1			1		sec
Time Stability	$T_C = 125^\circ\text{C}$		0.2			0.2		°C/hr

Note 1: Accuracy measurements are made in a well-stirred oil bath. For other conditions, self heating must be considered.

Note 2: Continuous operation at these temperatures for 10,000 hours for H package and 5,000 hours for Z package may decrease life expectancy of the device.

Note 3: Thermal Resistance

	TO-92	TO-46	SO-8
θ_{JA} (junction to ambient)	202°C/W	400°C/W	165°C/W
θ_{JC} (junction to case)	170°C/W	N/A	N/A

Note 4: Refer to RETS135H for military specifications.

LM136-2.5/LM236-2.5/LM336-2.5V Reference Diode

General Description

The LM136-2.5/LM236-2.5 and LM336-2.5 integrated circuits are precision 2.5V shunt regulator diodes. These monolithic IC voltage references operate as a low-temperature-coefficient 2.5V zener with 0.2Ω dynamic impedance. A third terminal on the LM136-2.5 allows the reference voltage and temperature coefficient to be trimmed easily.

The LM136-2.5 series is useful as a precision 2.5V low voltage reference for digital voltmeters, power supplies or op amp circuitry. The 2.5V make it convenient to obtain a stable reference from 5V logic supplies. Further, since the LM136-2.5 operates as a shunt regulator, it can be used as either a positive or negative voltage reference.

The LM136-2.5 is rated for operation over -55°C to +125°C while the LM236-2.5 is rated over a -25°C to +85°C temperature range.

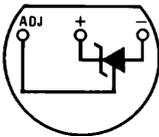
The LM336-2.5 is rated for operation over a 0°C to +70°C temperature range. See the connection diagrams for available packages.

Features

- Low temperature coefficient
- Wide operating current of 400 μA to 10 mA
- 0.2Ω dynamic impedance
- ±1% initial tolerance available
- Guaranteed temperature stability
- Easily trimmed for minimum temperature drift
- Fast turn-on
- Three lead transistor package

Connection Diagrams

**TO-92
Plastic Package**

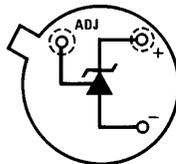


TL/H/5715-8

Bottom View

Order Number LM236Z-2.5,
LM236AZ-2.5, LM336Z-2.5 or
LM336BZ-2.5
See NS Package Number Z03A

**TO-46
Metal Can Package**

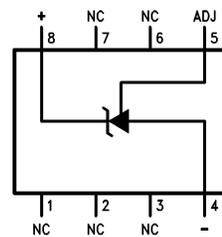


TL/H/5715-20

Bottom View

Order Number LM136H-2.5,
LM136H-2.5/883, LM236H-2.5,
LM136AH-2.5, LM136AH-2.5/883
or LM236AH-2.5
See NS Package Number H03H

SO Package



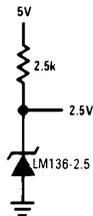
TL/H/5715-12

Top View

Order Number LM236M-2.5,
LM236AM-2.5, LM336M-2.5
or LM336BM-2.5
See NS Package Number M08A

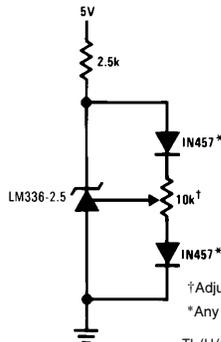
Typical Applications

2.5V Reference



TL/H/5715-9

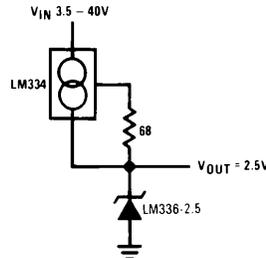
**2.5V Reference with Minimum
Temperature Coefficient**



†Adjust to 2.490V
*Any silicon signal diode

TL/H/5715-10

Wide Input Range Reference



TL/H/5715-11

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Reverse Current	15 mA
Forward Current	10 mA
Storage Temperature	-60°C to +150°C
Operating Temperature Range (Note 2)	
LM136	-55°C to +150°C
LM236	-25°C to +85°C
LM336	0°C to +70°C

Soldering Information

TO-92 Package (10 sec.)	260°C
TO-46 Package (10 sec.)	300°C
SO Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" (Appendix D) for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics (Note 3)

Parameter	Conditions	LM136A-2.5/LM236A-2.5 LM136-2.5/LM236-2.5			LM336B-2.5 LM336-2.5			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Reverse Breakdown Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$ LM136, LM236, LM336 LM136A, LM236A, LM336B	2.440 2.465	2.490 2.490	2.540 2.515	2.390 2.440	2.490 2.490	2.590 2.540	V V
Reverse Breakdown Change With Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $400\ \mu\text{A} \leq I_R \leq 10\text{ mA}$		2.6	6		2.6	10	mV
Reverse Dynamic Impedance	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$, $f = 100\text{ Hz}$		0.2	0.6		0.2	1	Ω
Temperature Stability (Note 4)	V_R Adjusted to 2.490V $I_R = 1\text{ mA}$, (Figure 2) $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$ (LM336) $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ (LM236H, LM236Z) $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ (LM236M) $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM136)					1.8	6	mV mV mV mV
Reverse Breakdown Change With Current	$400\ \mu\text{A} \leq I_R \leq 10\text{ mA}$		3	10		3	12	mV
Reverse Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.4	1		0.4	1.4	Ω
Long Term Stability	$T_A = 25^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$, $t = 1000\text{ hrs}$		20			20		ppm

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: For elevated temperature operation, T_J max is:

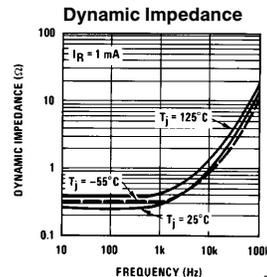
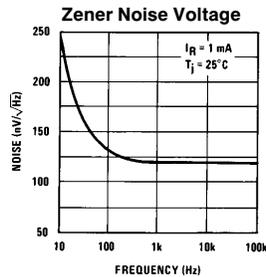
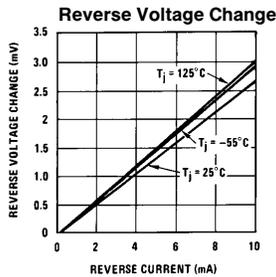
LM136	150°C
LM236	125°C
LM336	100°C

Thermal Resistance	TO-92	TO-46	SO-8
θ_{JA} (Junction to Ambient)	180°C/W (0.4" leads) 170°C/W (0.125" lead)	440°C/W	165°C/W
θ_{JC} (Junction to Case)	n/a	80°C/W	n/a

Note 3: Unless otherwise specified, the LM136-2.5 is specified from $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, the LM236-2.5 from $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ and the LM336-2.5 from $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$.

Note 4: Temperature stability for the LM336 and LM236 family is guaranteed by design. Design limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels. Stability is defined as the maximum change in V_{ref} from 25°C to T_A (min) or T_A (max).

Typical Performance Characteristics



TL/H/5715-2

Glossaire

Anglais / Français

Current	courant
Edge	front
Enable	validation
High level	niveau haut
Input	entrée
Low level	niveau bas
Network	réseau
Output	sortie
Propagation delay	temps de propagation
Pulse width	largeur d'impulsion
Retrigerrable	redéclenchable
Sensor	capteur
Voltage	tension
Watch-dog	chien de garde