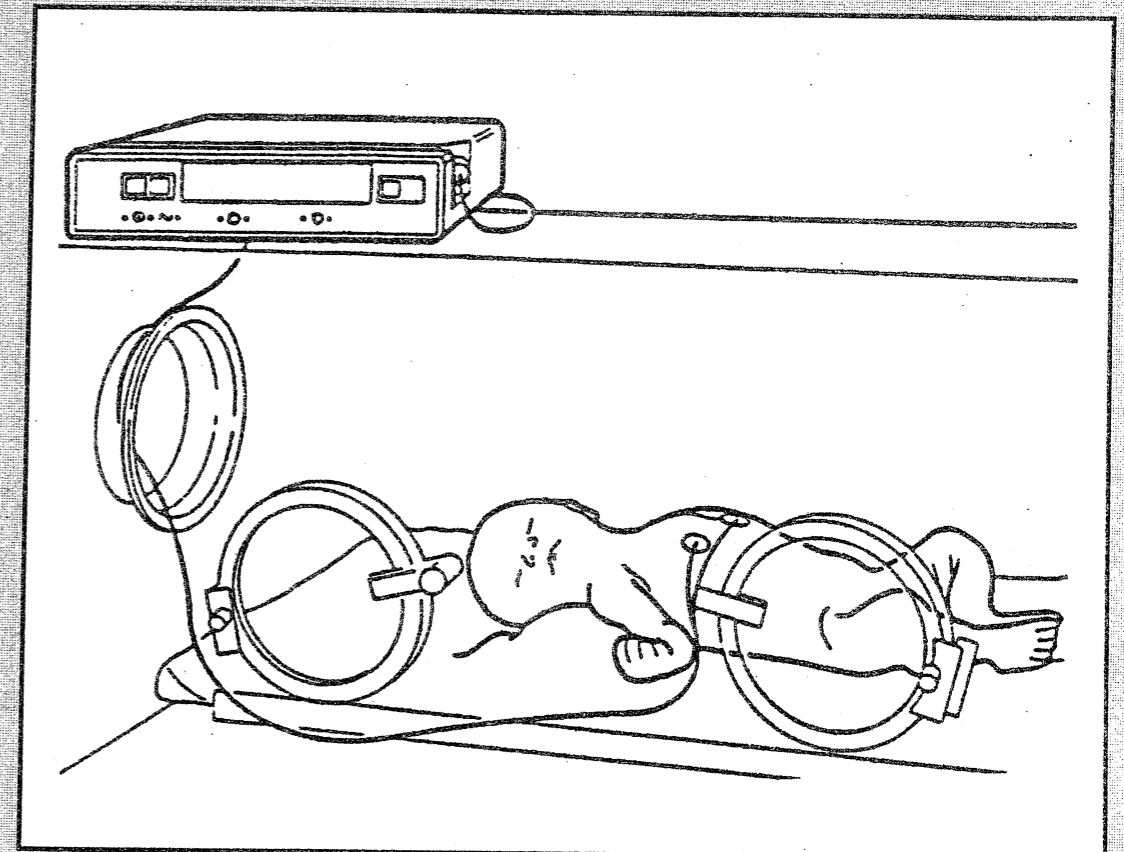


Appareil de surveillance cardio-respiratoire pour enfants prématurés



BEP Métiers de l'électronique

Epreuves EP2 et EP3

Dossier Technique

Le candidat doit se présenter le jour des épreuves avec ce dossier technique , vierge de toutes annotations.

TABLE DES MATIERES

!! Attention !! Ne rien inscrire sur ce dossier. Il sera utilisé lors des épreuves

1./ Le système technique : La salle de soins intensifs pour enfants prématurés	5
1.1./ Mise en situation	5
1.2./ Besoin satisfait par le système	5
1.3./ Fonctionnement de la salle de soins intensifs	5
1.4./ Diagramme sagittal de la salle de soins intensifs	6
2./ L'objet technique (O.T.): L'appareil de surveillance cardio-respiratoire	8
2.1./ Fonction d'usage :	8
2.2./ Présentation de l'appareil de surveillance	9
2.3./ Mise en marche de l'appareil de surveillance	11
2.4./ Remise à zéro, initialisation d'une période d'analyse	11
2.5./ Lecture des paramètres	12
2.5.1./ Les paramètres de réglages de l'appareil	13
2.5.2./ Les paramètres d'analyse, paramètres relatif à l'état du patient	14
2.6./ Modification des réglages de l'appareil	18
2.7./ Les Alarmes	19
2.7.1./ Les Alarmes physiologiques	19
2.7.2./ Les Alarmes techniques	20
2.8./ Arrêt de l'appareil	21
3./ Description des fonctions principales de l'Objet Technique	22
3.1./ FP1 : Acquisition du rythme respiratoire	23
3.2./ FP2 : Acquisition du rythme cardiaque	23
3.3./ FP3 : Conversion, analyse et surveillance	24
3.4./ FP4 : Affichage des informations de surveillance	25
3.5./ FP5 : Surveillance du fonctionnement et alarme	25
3.6./ FP6 : Adaptation aux support de transmission	25
4./ Description des fonctions secondaires de FP1	26
4.1./ FS1-1 : Isolation galvanique et création d'une tension sinusoïdale d'amplitude variable	27
4.2./ FS1-2 : Détection d'enveloppe	27
4.3./ FS1-3 : Amplification	28
4.4./ FS1-4 : Amplification programmable	28
4.5./ FS1-5, FS1-6, FS1-7, FS1-8 : Filtrage, Amplification, Décalage	28

5./ Description des fonctions secondaires de FP2	29
5.1./ FS2-1 : Protection, ajustement, filtrage, écrêtage	30
5.2./ FS2-2 : Amplification différentielle	30
5.3./ FS2-3 : Amplification et décalage	30
5.4./ FS2-4 : Détection de saturation	30
5.5./ FS2-5 : Conversion tension - fréquence	31
5.6./ FS2-6 : Isolation galvanique et adaptation du signal	31
5.7./ FS2-7 : Conversion fréquence - tension	31
5.8./ FS2-8, FS2-9, FS2-10, FS2-11 : Filtrage	32
5.9./ FS2-12 : Redressement	32
5.10./ FS2-13 : Amplification	32
5.11./ FS2-14 : Détection du complexe QRS	32
5.12./ FS2-15 : Ecrêtage	33
5.13./ FS2-16 : Adaptation du signal	33
6./ Description des fonctions secondaires de FP3	34
6.1./ FS3-1 : Exécution du logiciel, gestion des périphériques	35
6.2./ FS3-2 : Création signaux d'horloge	35
6.3./ FS3-3 : Conversion analogique numérique	35
6.4./ FS3-4 : Création de tensions références	35
6.5./ FS3-5 : Stockage du logiciel	35
6.6./ FS3-6 : Mémorisation des paramètres patient	35
6.7./ FS3-7 : Alimentation de sauvegarde	35
6.8./ FS3-8 : Capture des appuis de touches	35
7./ Description des fonctions secondaires de FP4	36
7.1./ FS4-1 : Affichage texte	37
7.2./ FS4-2 et FS4-3 : Indications lumineuses	37
8./ Description des fonctions secondaires de FP5	38
8.1./ FS5-1, FS5-2, FS5-3 : Surveillance alimentation	39
8.2./ FS5-4 : Alarme et chien de garde	39
9./ Description des fonctions secondaires de FP6	40
10./ Description du cœur	41

11./ Révolution cardiaque	42
11.1./ 1 ^{ère} Etape : Remplissage des ventricules	42
11.2./ 2 ^{ème} Etape : Contraction des ventricules.....	43
11.3./ 3 ^{ème} Etape : Ejection ventriculaire	43
11.4./ 4 ^{ème} Etape : Relaxation du cœur.....	43
12./ Documentation technique	44
13./ Résultats de simulations	44
14./ Documentation	44
14.1./ Afficheur LCD.....	44
14.2./ 4049 Amplificateur inverseur	44
14.3./ 4046 Boucle a verrouillage de phase (pour l'utilisation du VCO).....	44
14.4./ 4051 multiplexeur/démultiplexeur analogique 8 voies	44
14.5./ 4538 Double multivibrateur monostable.....	44
14.6./ 27C64 Mémoire EPROM.....	44
14.7./ TL061, TL062, TL064 Amplificateur opérationnel, Amplificateur linéaire intégré.....	44
14.8./ 2N2222 Transistor bipolaire NPN	44
14.9./ REF02 Régulateur de tension.....	44
14.10./ MAX161/MX7581 Convertisseur analogique numérique 8 voies	44
14.11./ 4N35, 4N36, 4N37 Optocoupleurs	44

Appareil de surveillance cardio-respiratoire pour enfants prématurés

1./ Le système technique :

La salle de soins intensifs pour enfants prématurés

1.1./ Mise en situation

Lorsqu'un enfant naît prématurément, il peut être dans une phase critique. Le rythme cardiaque et l'activité respiratoire peuvent être déficients et provoquer une mort rapide. Afin d'assurer son développement, l'enfant prématuré est dirigé dans le service des soins intensifs.

1.2./ Besoin satisfait par le système

La salle de soins intensifs offre un environnement chauffé et stérile. Elle permet de contrôler en permanence le rythme cardiaque et l'activité respiratoire. De plus elle fournit l'assistance médicale nécessaire au développement normal de l'enfant.

1.3./ Fonctionnement de la salle de soins intensifs

L'équipe médicale place l'enfant dans une couveuse artificielle.

Elle lui pose une perfusion afin de lui fournir un apport nutritionnel et médicamenteux.

Elle l'intube et met en œuvre le respirateur artificiel afin de lui fournir l'air et l'oxygène nécessaire.

Elle pose les électrodes de l'appareil de surveillance cardio-respiratoire sur sa poitrine.

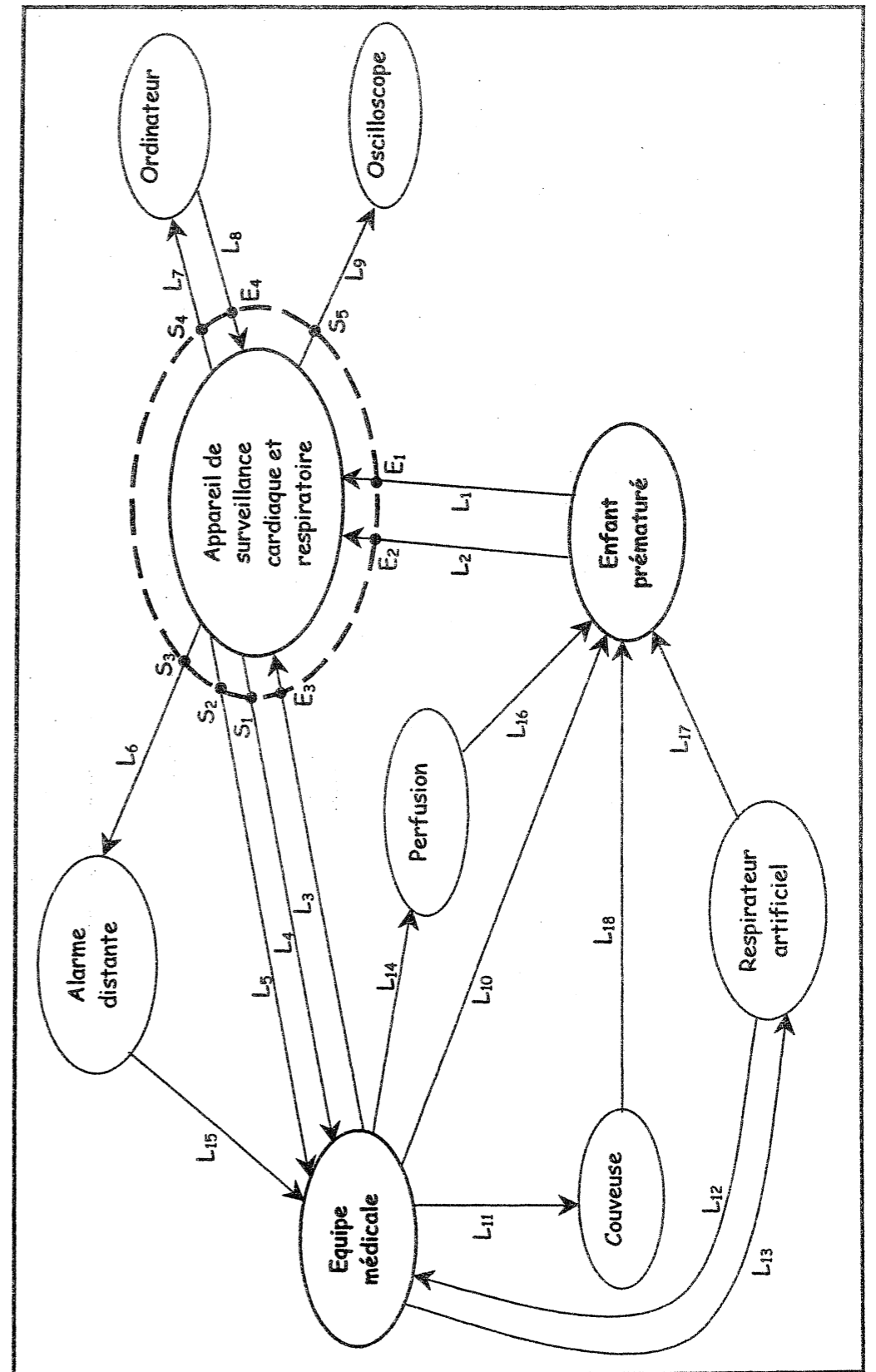
Elle règle l'appareil de surveillance selon les prescriptions du médecin.

Elle contrôle l'état de l'enfant grâce à l'affichage des paramètres sur l'appareil de surveillance. Eventuellement un oscilloscope permet de visualiser les rythmes cardiaque et respiratoire.

Elle intervient lors du déclenchement des alarmes.

La surveillance est enregistrée sur ordinateur afin de permettre à l'équipe médicale d'analyser les résultats sur le long terme.

1.4./ Diagramme sagittal de la salle de soins intensifs



Description des liaisons

Liaisons	Types d'informations véhiculées	Nature des informations ou nature des actions
L1	Fréquence respiratoire (nombre de respirations par minute)	Information biologique
L2	Fréquence cardiaque (nombre de battements par minute)	Information biologique
L3	Réglages des consignes cardiaque et respiratoire	Actions manuelles par appui de touches
L4	Compte rendu des activités cardiaque et respiratoire	Lecture d'informations visuelles sur écran LCD
L5	Signalement de diverses anomalies	Informations sonores, alarmes
L6	Commande de l'alarme distante	Information électrique
L7	Compte rendu de fonctionnement	Informations biologiques, techniques
L8	Demande de compte rendu de fonctionnement	Information électrique
L9	Images des activités cardiaque et respiratoire	Informations électriques
L10	Examen physique et mise en place des électrodes	Actions manuelles
L11	Réglages des paramètres d'environnement	Actions manuelles
L12	Compte rendu de l'activité respiratoire	Lecture d'informations visuelles sur un moniteur
L13	Réglages des paramètres respiratoires	Actions manuelles par appui de touches
L14	Mise en place de la perfusion	Actions Manuelles
L15	Signalement de diverses anomalies	Informations sonores, alarmes
L16	Apport nutritionnel et médicamenteux	Apport énergétique
L17	Insufflation d'air et d'oxygène	Apport énergétique
L18	Environnement idéal	Température, éclairage, air stérile

2./ L'objet technique (O.T.):

L'appareil de surveillance cardio-respiratoire

2.1./ Fonction d'usage :

L'appareil surveille le cœur

L'O.T. déclenche une alarme quand la fréquence cardiaque devient inférieure (BRADYCARDIE) ou supérieure (TACHYCARDIE) aux seuils d'alarmes préfixés.

Chez le nouveau né la fréquence cardiaque est en moyenne de 120 bpm¹.

La fréquence cardiaque est affichée en permanence.

L'appareil surveille la respiration

Il déclenche une alarme en cas d'arrêt respiratoire (APNEE).

La fréquence respiratoire est affichée sur demande.

Chez le nouveau né la fréquence respiratoire est comprise entre 30 et 60 rpm².

Par ailleurs l'appareil affiche la raison du déclenchement de l'alarme et mémorise les paramètres calculés pendant la surveillance.

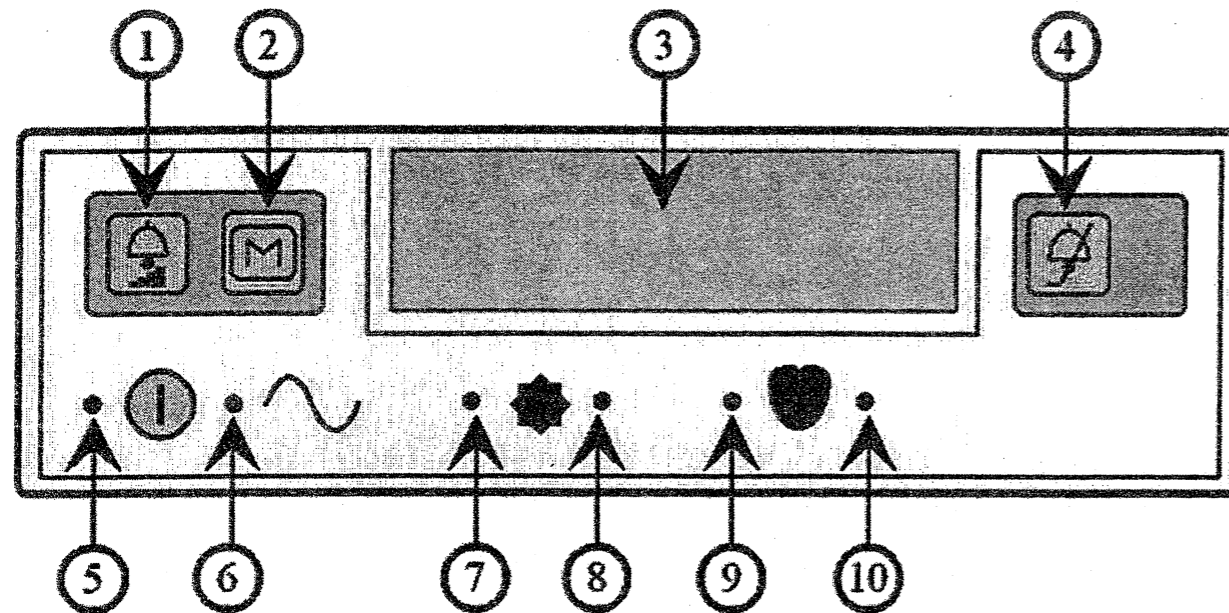
Cette mémorisation permettra de contrôler plus tard l'évolution de l'état du nouveau né.

¹ Bpm = Battements par minute.

² Rpm = Respiration par minute.

2.2./ Présentation de l'appareil de surveillance

Face avant de l'appareil

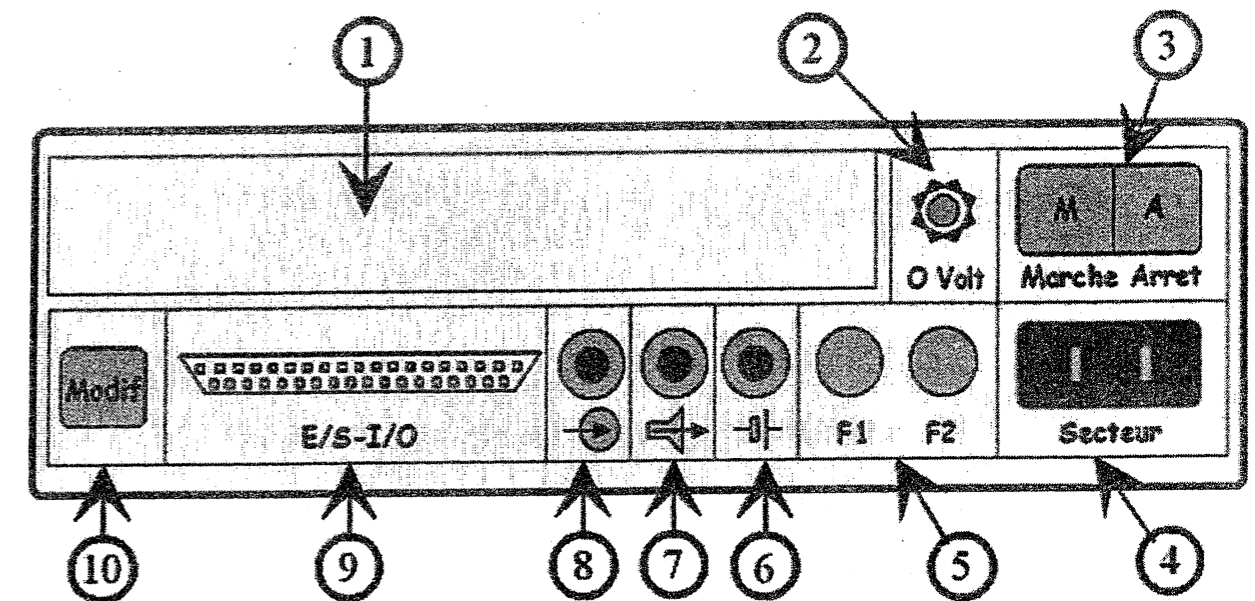


Description de la face avant

① SEUIL ALARME : Bouton poussoir de contrôle des seuils d'alarmes.	⑥ Voyant vert. Allumé, il indique que l'appareil est en fonctionnement.
② LECTURE MEMOIRE : Bouton poussoir de commande de lecture de la mémoire.	⑦ Voyant vert. Clignote au rythme de la respiration.
③ Ecran LCD ¹ . Affiche les paramètres mesurés, les réglages et les alarmes.	⑧ Voyant rouge. Allumé, il signale une alarme respiratoire.
④ ARRET ALARME : Bouton poussoir d'arrêt des alarmes sonores.	⑨ Voyant vert. Clignote au rythme des battements du cœur.
⑤ Voyant vert. - Eteint, l'appareil fonctionne sur batterie. - Allumé, l'appareil fonctionne sur le secteur.	⑩ Voyant rouge. Allumé, il signale une alarme cardiaque.

¹ LCD = Liquid Crystal Display.

Face arrière de l'appareil



Description de la face arrière

① Compartiment des piles ou batteries. 4 éléments de type R14 (1,5Volt)	⑥ Connecteur pour alimentation continue par batteries (9 à 12 volts).
② Connecteur de masse. Permet d'avoir une masse commune lors de la connexion d'autres appareils.	⑦ Connecteur pour l'alarme distante.
③ Interrupteur de marche arrêt.	⑧ Connecteur non utilisé (Option future)
④ Prise secteur (230 volts, 50 hertz).	⑨ Connecteur DB-37 ¹ . Signaux d'entrées-sorties numériques et analogiques.
⑤ Fusibles.	⑩ MODIF : Bouton poussoir de modification des seuils d'alarmes et d'arrêt ² .

¹ Sur le diagramme sagittal, il s'agit des sorties S4 et S5.


² Voir le paragraphe 2.8./

2.3./ Mise en marche de l'appareil de surveillance

La procédure de mise en marche est la suivante :

- ⇒ Brancher le cordon secteur à une prise murale ;
 - ⇒ Appuyer sur l'interrupteur de marche-arrêt situé à l'arrière de l'appareil.
- Les voyants ⑤ et ⑥ doivent s'allumer.

L'appareil effectue alors un autotest : L'afficheur LCD ③ devient noir, les 4 lampes ⑦ ⑧ ⑨ et ⑩ s'allument pendant 4 secondes. Ensuite, les électrodes n'étant pas connectées au patient, le message « DEF. ELECTRODES »¹ doit apparaître à l'écran, et l'alarme doit retentir.

- ⇒ Arrêter l'alarme en appuyant sur  ;
- ⇒ Appliquer les 2 électrodes de part et d'autre de la cage thoracique du patient à hauteur des mamelons et brancher les électrodes sur l'appareil.

Le message « DEF. ELECTRODES » doit disparaître au bout de 10 secondes. L'écran affiche alors la fréquence cardiaque en bpm et les témoins ⑦ et ⑨ doivent clignoter au rythme des activités cardiaques et respiratoires.

La surveillance commence à cet instant et tout incident éventuel sera signalé par une alarme.

2.4./ Remise à zéro, initialisation d'une période d'analyse

Au début de la surveillance du nouveau-né, il est nécessaire d'effacer les résultats d'analyse antérieurement mémorisés par l'appareil.

La procédure de remise à zéro consiste à :

- ⇒ appuyer sur  tout en maintenant  enfoncé.

Le message « DEBUT NOUV SURV »² apparaît pendant 3 secondes.

- ⇒ relâcher les 2 touches.

Les mémoires de l'appareil sont à présent réinitialisées.

2.5./ Lecture des paramètres


La lecture des paramètres se fait sur l'écran LCD.


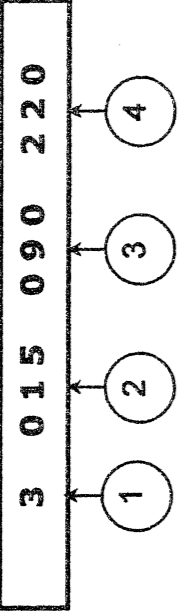
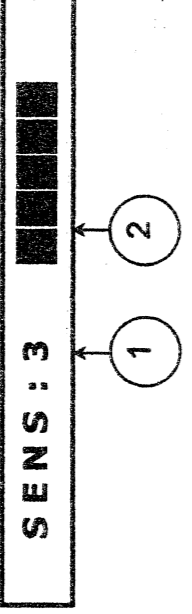


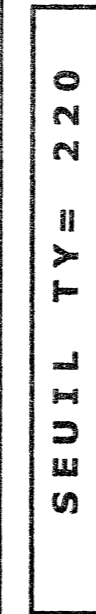
Ces paramètres sont de deux types différents. Il s'agit d'une part des paramètres de réglages de l'appareil et d'autre part des paramètres d'analyses reflétant l'état du patient.


¹ « DEF ELECTRODES » = Défaut électrodes (électrodes débranchées)

² « DEBUT NOUV SURV » = Début d'une nouvelle surveillance


2.5.1./Les paramètres de réglages de l'appareil

Par appuis successifs sur  on fait apparaître les différents écrans suivants :


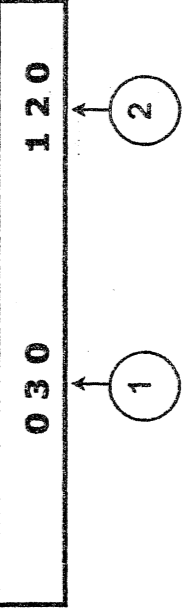
 Lecture	Affichage	Description
1 ^{er} appui		<ul style="list-style-type: none"> ① Sensibilité de la voie respiratoire, variable de 1 à 4 ② Délai de déclenchement de l'alarme d'APNEE en secondes ③ Seuil de déclenchement de l'alarme BRADYCARDIE en bpm ④ Seuil de déclenchement de l'alarme TACHYCARDIE en bpm
2 ^{ème} appui		<ul style="list-style-type: none"> ① Indication du niveau de sensibilité de la voie respiratoire ② Bargraph, sa longueur varie au rythme de la respiration <p>La sensibilité est bien réglée si les variations sont amples sans toutefois atteindre les extrémités. Cette vérification devra être faite quand le patient dort calmement.</p>
3 ^{ème} appui		La durée maximale d'une apnée est fixée ici à 15 secondes.
4 ^{ème} appui		Le rythme cardiaque minimal est fixé ici à 90 bpm.
5 ^{ème} appui		Le rythme cardiaque maximal est fixé ici à 220 bpm.

Les écrans appelés précédemment disparaissent au bout de 20 secondes. Ils disparaissent immédiatement par appui sur . L'appareil revient alors à son état initial.

2.5.2./ Les paramètres d'analyse, paramètres relatif à l'état du patient

L'appareil de surveillance calcule en permanence un certain nombre de paramètres relatif aux activités cardiaque et respiratoire du patient. Les résultats apparaissent sur l'écran, par appuis successifs sur .

La procédure de lecture de ces résultats d'analyses est résumée dans le tableau suivant :

 Lecture	Affichage	Description
1 ^{er} appui		<ul style="list-style-type: none"> ① Rythme respiratoire en rpm (ici 30 rpm¹) ② Rythme cardiaque en bpm (ici 120 bpm)

¹ rpm = respiration par minute, par analogie avec bpm = battement par minute

M	Lecture	Affichage	Description
2 ^{ème} appui	Mémoire d'alarme	<p>Le tiret souligne l'événement qui a déclenché l'alarme</p>	Après une alarme physiologique cet écran visualise : ① Durée d'apnée éventuelle, blanc si aucune apnée n'a eu lieu ② Fréquence cardiaque minimale pendant l'alarme ③ Fréquence cardiaque maximale pendant l'alarme si celle-ci est au-dessus du seuil, sinon cette partie est vide
3 ^{ème} appui	Temps de surveillance écoulé depuis l'initialisation		① Temps en heures et en minutes ② Temps en minutes
4 ^{ème} appui	Nombre de pauses respiratoires (apnée)		① Durée supérieure à 3 s ② Durée supérieure à 6 s ③ Durée supérieure à 9 s
5 ^{ème} appui	Nombre de pauses ¹ respiratoires (apnée)		① Durée supérieure à 12 s ② Durée supérieure à 15 s ③ Durée supérieure à 20 s

BEP METIERS DE L'ELECTRONIQUE

CODE SPECIALITE : 5125508

DOSSIER TECHNIQUE

PAGE 15 SUR 44

EPREUVE EP3

SESSION 2004

M	Lecture	Affichage	Description
6 ^{ème} appui	Durées de pauses respiratoires (apnée)		① Durée de la pause respiratoire la plus longue en secondes ② Temps cumulés des pauses respiratoires en minutes décimales
7 ^{ème} appui	Episodes de bradycardie		① Nombre d'épisodes ② Durée de l'épisode le plus long en secondes ③ Fréquence cardiaque minimale en bpm
8 ^{ème} appui	Episodes de respiration périodique ¹		① Nombre d'épisodes ② Durée de l'épisode le plus long en minutes ③ Temps total de respiration périodique

¹ Respiration périodique : Pour considérer que la respiration est périodique il faut qu'il y ait une succession de pauses et de respirations. Les pauses doivent être supérieures à 3 secondes et les respirations inférieures à 20 secondes.

BEP METIERS DE L'ELECTRONIQUE

CODE SPECIALITE : 5125508


DOSSIER TECHNIQUE

PAGE 16 SUR 44

EPREUVE EP3

SESSION 2004

	Lecture	Affichage	Description
9 ^{ème} appui	Activité cardiaque au repos	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 7 0 5 4 0 0 9 1 1 5 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="text-align: center;">1 ↑</div> <div style="text-align: center;">2 ↑</div> <div style="text-align: center;">3 ↑</div> </div>	① Variabilité à court terme en ms ② Variabilité à moyen terme en bpm ③ Fréquence cardiaque moyenne en bpm
10 ^{ème} appui	Nombre d'alarmes depuis le début de l'analyse	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 9 0 0 2 0 0 1 0 0 0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="text-align: center;">1 ↑</div> <div style="text-align: center;">2 ↑</div> <div style="text-align: center;">3 ↑</div> </div>	① Alarmes d'apnée ② Alarmes de bradycardie ③ Alarmes de tachycardie
11 ^{ème} appui	Temps cumulé de surveillance	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 1 0 0 1 2 5 </div>	Temps en minutes

Les écrans appelés précédemment disparaissent au bout de 20 secondes. Ils disparaissent immédiatement par appui sur .

L'appareil revient alors à son état initial.



Toutes ces opérations de lecture n'interrompent pas la surveillance du patient.

Aucune des opérations de lecture n'est destructrice, elles peuvent être renouvelées aussi souvent que souhaité.

2.6./ Modification des réglages de l'appareil





Pour modifier les paramètres, il est nécessaire d'appuyer simultanément sur deux touches afin de protéger les paramètres vitaux contre des manipulations accidentelles.

La modification d'un paramètre se fait de la manière suivante :

- ⇒ Faire apparaître sur l'écran le paramètre concerné (voir le paragraphe 2.5./)
- ⇒ En maintenant  enfoncée, appuyer autant de fois que nécessaire sur  pour faire apparaître la valeur désirée.
- ⇒ Relâcher les deux touches.





La nouvelle valeur est mémorisée à la place de l'ancienne et sera conservée même en cas de coupure de l'alimentation électrique.

Exemple : On souhaite régler le seuil de tachycardie à 250 bpm.

- Appuyez sur  pour initialiser l'affichage.
- Appuyer 5 fois sur  pour afficher le seuil de tachycardie actuel.
- Maintenir la touche  enfoncée et appuyer autant de fois que nécessaire sur  pour afficher « 250 ».
- Relâcher les deux touches.
- L'opération est terminée.

2.7./ Les Alarmes

2.7.1./ Les Alarmes physiologiques

Affichage et Alarme sonore	Causes de l'alarme	Procédure d'arrêt de l'alarme
<p style="text-align: center;">A P N E E</p> <p style="text-align: center;">Son long intermittent, voyant @ allumé</p>	Détection d'une pause respiratoire d'une durée supérieure au délai préfixé	Appuyer sur  . L'alarme sonore s'arrête. Le message disparaît et le voyant rouge s'éteint seulement si l'apnée est terminée. S'ils restent présents cela signifie que l'apnée persiste. Ils ne disparaissent alors qu'à la reprise de la respiration normale.
<p style="text-align: center;">BRADYCARDIE</p> <p style="text-align: center;">Son long intermittent, voyant @ allumé</p>	Ralentissement cardiaque et dépassement du niveau bas d'alarme cardiaque pendant plus de 5 secondes	Appuyer sur  . L'alarme sonore s'arrête. Le message disparaît et le voyant rouge s'éteint seulement si la bradycardie est terminée. S'ils restent présents cela signifie que la bradycardie persiste. Ils ne disparaissent alors qu'à la reprise de l'activité cardiaque normale.
<p style="text-align: center;">TACHYCARDIE</p> <p style="text-align: center;">Son long intermittent, voyant @ allumé</p>	Accélération cardiaque et dépassement du niveau haut d'alarme cardiaque pendant plus de 15 secondes.	Appuyer sur  . L'alarme sonore s'arrête. Le message disparaît et le voyant rouge s'éteint seulement si la tachycardie est terminée. S'ils restent présents cela signifie que la tachycardie persiste. Ils ne disparaissent alors qu'à la reprise de l'activité cardiaque normale.
<p style="text-align: center;">A S Y S T O L I E</p> <p style="text-align: center;">Son long intermittent, voyant @ allumé</p>	Absence de battement cardiaque pendant plus de 5 secondes.	Appuyer sur  . L'alarme sonore s'arrête. Le message disparaît et le voyant rouge s'éteint seulement si le cœur a repris ses battements. S'ils restent présents cela signifie que le cœur est toujours à l'arrêt. Ils ne disparaissent alors qu'à la reprise de l'activité cardiaque.

BEP METIERS DE L'ELECTRONIQUE

CODE SPECIALITE : 5125508




DOSSIER TECHNIQUE

PAGE 19 SUR 44

EPREUVE EP3

SESSION 2004

2.7.2./ Les Alarmes techniques

Affichage et Alarme sonore	Cause de l'alarme	Arrêt de l'alarme
<p style="text-align: center;">DEF . ELECTRODE</p> <p style="text-align: center;">Son court intermittent</p>	Qualité de contact des électrodes insuffisante câble des électrodes déconnecté.	Appuyer sur  . L'alarme sonore s'arrête. Le message disparaît seulement si les conditions de contact sont redevenues normales. Pour cela vérifier le contact des électrodes ou le câble de connexion, changer les électrodes si nécessaire.
<p style="text-align: center;">BAT . DECHARGEE</p> <p style="text-align: center;">Son court intermittent</p>	Fin de charge batterie, l'appareil peut fonctionner encore 30 minutes avant de s'arrêter.	Appuyer sur  . L'alarme sonore s'arrête. Le message persiste jusqu'à suppression du défaut. Repasser en alimentation secteur ou batterie externe ou changer de batterie interne
<p style="text-align: center;">(Pas d'affichage) Son continu</p>	L'appareil ne fonctionne plus pour l'une des causes suivantes : Tentative d'arrêt sans validation par  Absence d'alimentation électrique (coupure secteur, batterie de secours complètement déchargée) panne de l'appareil.	Effectuer la manœuvre de coupure normale. Vérifier l'alimentation. Remettre en marche

BEP METIERS DE L'ELECTRONIQUE

CODE SPECIALITE : 5125508

DOSSIER TECHNIQUE

PAGE 20 SUR 44

EPREUVE EP3

SESSION 2004

2.8./ Arrêt de l'appareil

L'arrêt de l'appareil consiste à :

⇒ déclencher l'interrupteur marche-arrêt tout en maintenant **Modif** enfoncé.

⇒ relâcher ensuite **Modif**.

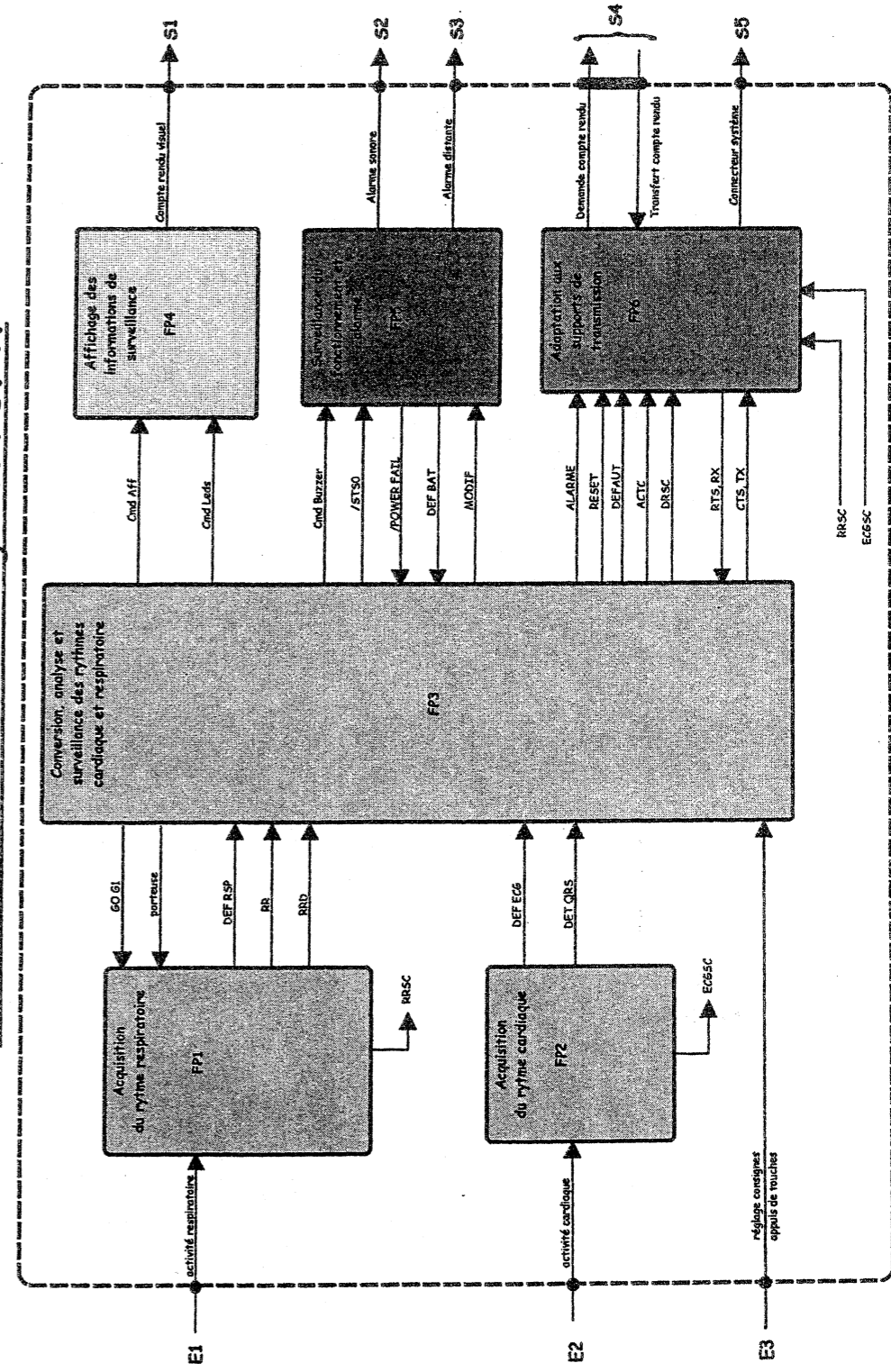
Les deux voyants de marche ⑤ et ⑥ doivent être éteints.

En cas d'erreur de manipulation ou de tentative d'arrêt involontaire, l'alarme sonne en continu, il faut alors allumer à nouveau l'appareil par l'appui sur l'interrupteur marche-arrêt et effectuer la séquence d'arrêt correcte.

BEP METIERS DE L'ELECTRONIQUE	DOSSIER TECHNIQUE	EPREUVE EP3
CODE SPECIALITE : 5125508	PAGE 21 SUR 44	SESSION 2004

3./ Description des fonctions principales de l'Objet Technique

Schéma fonctionnel de 1^{er} degré de l'O. T.



3.1./ FP1 : Acquisition du rythme respiratoire

Activité respiratoire (E1) : Mouvements de la cage thoracique du à l'inspiration et à l'expiration de l'air dans les poumons du nouveau-né.

Porteuse : Support électrique permettant la transmission (vers FP3) de l'information rythme respiratoire.

GOG1: Informations binaires permettant d'améliorer la lecture de l'information rythme respiratoire.

Abréviations anglaises utilisées sur les schémas structurels
DEF RSP : Caractérise la "respiration par défaut" du patient. Ce signal sera numérisé afin de détecter un mauvais branchement des électrodes.
RR : Respiration Rate. Ce signal sera numériser afin de déterminer les apnées.
RRD : Respiration Rate Differential.
RRSC : Respiration Rate System Connector. Ce signal permettra de visualiser le rythme respiratoire sur un oscilloscope.

3.2./ FP2 : Acquisition du rythme cardiaque

Activité cardiaque (E2) : Comme l'activité respiratoire (E1), l'activité cardiaque est captée grâce aux électrodes apposées sur la poitrine du nouveau-né. Elle se traduit par un signal électrique appelé excitation électrique du cœur. (Voir en Annexe la description du cœur et la révolution cardiaque.)

Abréviations anglaises utilisées sur les schémas structurels
DET QRS : Detection QRS complex. (Voir en Annexe la révolution cardiaque et le complexe QRS.) Signal numérique permettant de vérifier la régularité de l'électrocardiogramme.
DEF ECG : Caractérise l'excitation cardiaque "par défaut".
ECG. SC. : Electrocardiogram System Connector. Ce signal permettra de visualiser le rythme cardiaque sur un oscilloscope.

3.3./ FP3 : Conversion, analyse et surveillance.

Réglages et appui de touches (E3) : Réglages manuels de l'appareil de surveillance en utilisant les boutons des faces avant et arrière. (Voir le paragraphe 0 et les dessins des faces avant et arrière.)

Cmd Aff : Contrôle et transfert des informations à afficher pendant la surveillance.

Cmd Leds : Informations permettant de contrôler les diodes électroluminescentes.

Cmd Buzzer : Commande le déclenchement de l'alarme sonore.

/STSO : Impulsion électrique contrôlant l'activation du chien de garde.

/POWER FAIL : Signale une défaillance de l'alimentation électrique de l'appareil.

DEF.BAT : Lecture de l'état de l'alimentation électrique de l'appareil.

MODIF : Commande l'inhibition de l'alarme lors des modifications de paramètres ou lors de l'extinction de l'appareil.

ALARME : Commande le déclenchement des alarmes.

RESET : Commande l'arrêt des alarmes.

DEFAULT : Indique un défaut de fonctionnement.

ACTC : Signal non utilisé.

DRSC : Signal non utilisé.

RX, TX, /RTS, /CTS : Demande et transfert d'un compte rendu de fonctionnement.
Liaison informatique RS423 (compatible RS232).

Porteuse : Voir FP1

GOG1 : Voir FP1

DEF RSP, RR, RRD : Voir FP1

DET QRS : Voir FP2

DEF ECG : Voir FP2

3.4./ FP4 : Affichage des informations de surveillance

Compte rendu visuel (S1) : Affichage de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire et des raisons du déclenchement de l'alarme. Deux témoins lumineux clignotent respectivement, au rythme des battements cardiaques et des mouvements respiratoires, deux autres s'allument lorsqu'une anomalie est détectée.

Cmd Leds : Voir FP3

Cmd Aff : Voir FP3

3.5./ FP5 : Surveillance du fonctionnement et alarme

Alarme sonore (S2) : Son long ou Son court en fonction du type d'anomalie (voir le paragraphe 2.7./)

Alarme distante (S3) : Déclenche une alarme distante.

MODIF : Voir FP3

Cmd Buzzer : Voir FP3

/POWER FAIL : Voir FP3

/STSO : Voir FP3

DEF.BAT : Voir FP3

3.6./ FP6 : Adaptation aux support de transmission

ALARME : Voir FP3

RESET : Voir FP3

DEFAULT : Voir FP3

ACTC : Voir FP3

DRSC : Voir FP3

RX, TX, /RTS, /CTS : Voir FP3

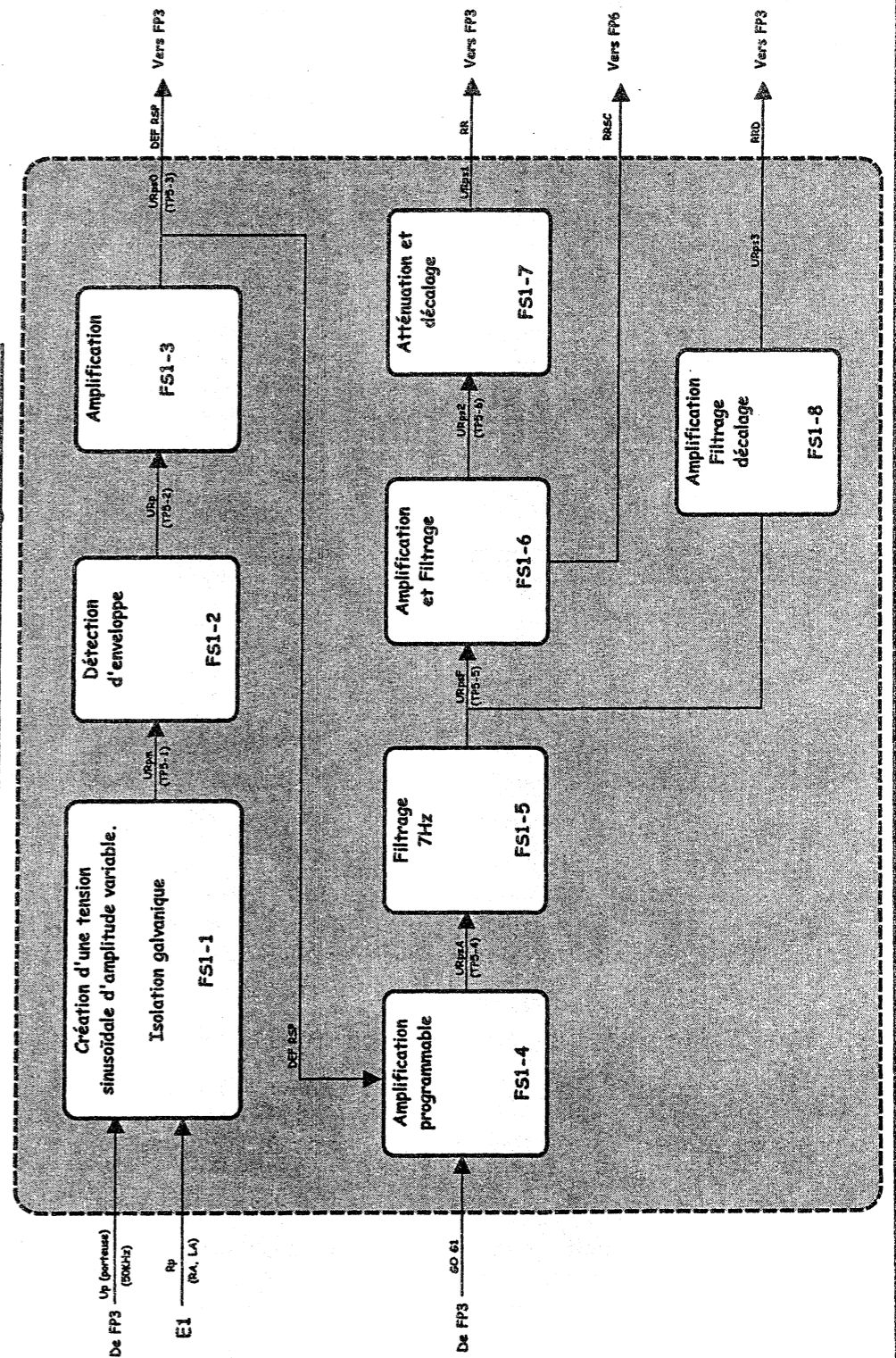
RRSC, ECGSC : Voir FP3

S4 : Demande et transfert d'un compte rendu de fonctionnement. Liaison série de type RS423 (compatible RS232)

S5 : Dans la présentation faite ici (Voir Sagittal), signal électrique image de l'activité cardiaque à afficher sur l'oscilloscope.

4./ Description des fonctions secondaires de FP1

Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP1



4.1./ FS1-1 : Isolation galvanique et création d'une tension sinusoïdale d'amplitude variable

Cette fonction fournit en sortie une tension sinusoïdale dont l'amplitude est proportionnelle aux mouvements de la cage thoracique du nouveau-né.

Les poumons sont modélisés par une résistance électrique que l'on note R_p .

On mesure R_p grâce à deux électrodes apposées sur la poitrine du nouveau-né. Cette résistance, variant avec les mouvements de la cage thoracique, donne le rythme respiratoire du nouveau-né.

L'isolation galvanique protège le patient des surtensions.

Les entrées : U_p (porteuse) : La porteuse est une tension rectangulaire, de fréquence 50kHz, d'amplitude 0 et 5 volts.

R_p (E1) : La résistance pulmonaire varie de 0 à 2k Ω en fonction de la contraction et de l'extension des poumons du patient. Le rythme des variations de R_p donne alors le rythme respiratoire.

La sortie : UR_{pm} : Tension modulée en amplitude, image de la résistance pulmonaire (R_p). Sa fréquence est celle de la porteuse U_p , soit 50kHz. Son amplitude est proportionnelle à la résistance R_p . Pour une résistance R_p de 1k Ω on mesure une amplitude UR_{pm} de 650mV. Pour une résistance R_p de 3k Ω on mesure une amplitude UR_{pm} de 2V.

Remarque : L'isolation galvanique est réalisée par un transformateur, il est donc impossible de transmettre les basses fréquences. C'est pourquoi on a opté pour une modulation d'amplitude afin de transmettre le signal basse fréquence engendré par les variations de R_p .

4.2./ FS1-2 : Détection d'enveloppe

Cette fonction permet de récupérer le signal basse fréquence, image des variations de la résistance pulmonaire.

L'entrée : Ur_{pm} : Voir FS11

La sortie : UR_p : Tension démodulée. Son amplitude est 1.2 fois plus grande que celle de Ur_{pm} . Sa fréquence est égale à celle du rythme respiratoire.

4.3./ FS1-3 : Amplification

L'entrée : UR_p : Voir FS12

La sortie : UR_{ps0} (DEF RESP) : Cette tension est proportionnelle à UR_p (l'amplification est de 5.2). Elle permettra, après conversion analogique numérique de détecter une résistance pulmonaire supérieure à 2K Ω (ie : mauvais branchement des électrodes).

4.4./ FS1-4 : Amplification programmable

La résistance pulmonaire varie en fonction du volume des poumons. Si les mouvements de la cage thoracique sont faibles, les variations de R_p seront faibles, et par conséquent, les variations de la tension UR_{ps0} aussi. Cette fonction permet donc d'amplifier les variations de UR_{ps0} pour qu'elle soit utilisable par la fonction suivante FS15.

Les entrées : GOG_1 : Commandes binaires permettant de régler la valeur de l'amplification de la fonction. G_0 et G_1 permettent de régler 4 valeurs d'amplification. Les 4 valeurs de l'amplification sont 44, 86, 174 et 346.

UR_{ps0} (DEF RSP) : Voir FS13

La sortie : UR_{psA} : Tension amplifiée conformément à la commande GOG_1 . Cette tension est proportionnelle à UR_{ps0} .

4.5./ FS1-5, FS1-6, FS1-7, FS1-8 : Filtrage, Amplification, Décalage

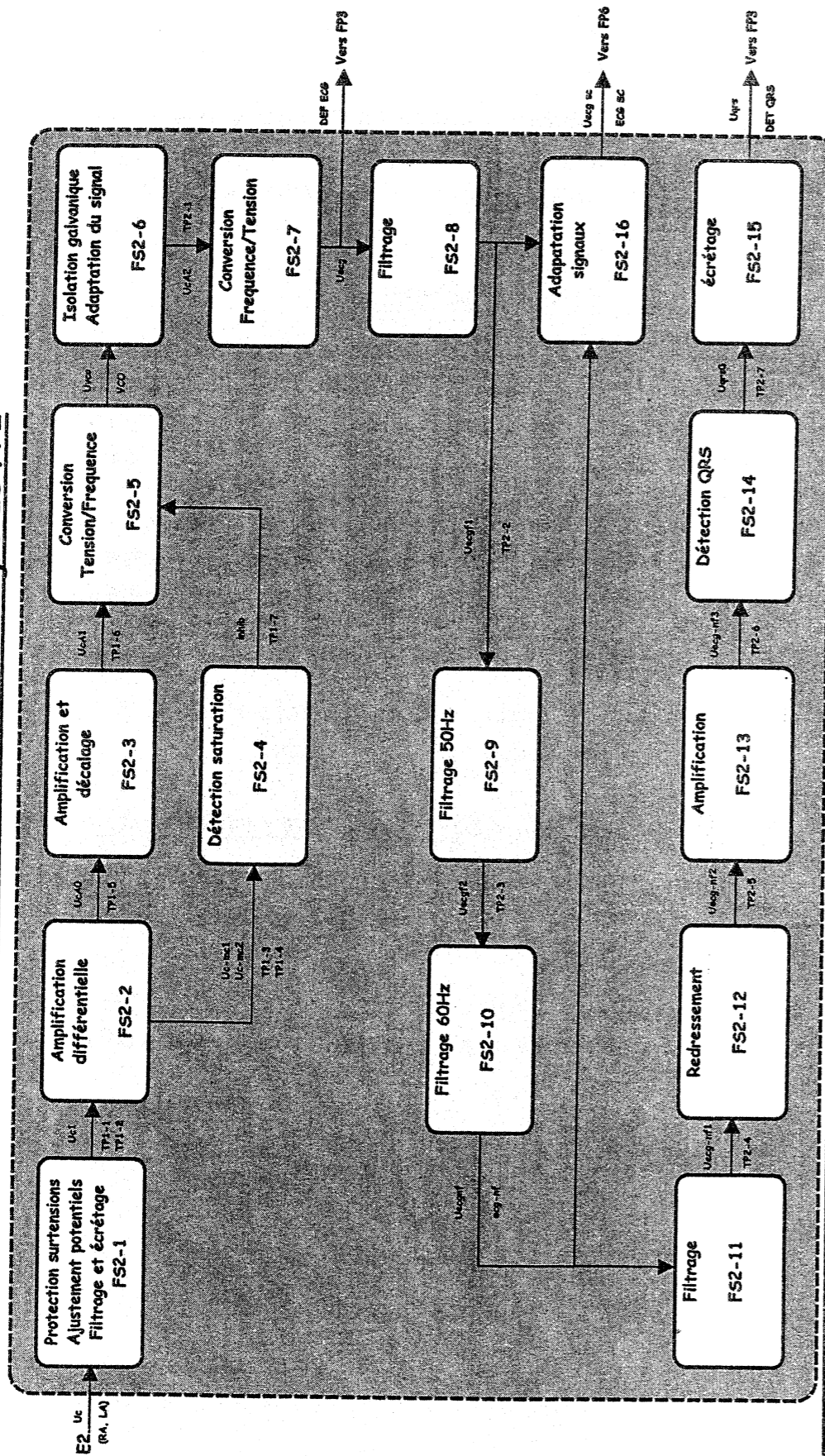
Ces fonctions permettent d'adapter le signal UR_{psA} pour le traitement numérique.

L'entrée : UR_{psA} : Voir FS14

Les sorties : UR_{ps1} (RR), UR_{ps2} (RR SC), UR_{ps3} (RRD) : Ces tensions sont semblables à UR_{ps0} avec des amplitudes et des valeurs moyennes différentes.

5./ Description des fonctions secondaires de FP2

Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP2



BEP METIERS DE L'ELECTRONIQUE
CODE SPECIALITE : 5125508

DOSSIER TECHNIQUE
PAGE 29 SUR 44

EPREUVE EP3
SESSION 2004

5.1./ FS2-1 : Protection, ajustement, filtrage, écrêtage

L'entrée : U_c : Excitation électrique du cœur.

Les sorties : U_{c1} : Tension différentielle, résultante de l'excitation électrique du cœur, mesurée entre les électrodes RA et LA.

5.2./ FS2-2 : Amplification différentielle

L'excitation électrique du cœur n'est que de quelques millivolts. Cette fonction va donc l'amplifier pour qu'elle puisse être exploitée par les autres fonctions.

L'entrée : U_{c1} : Voir FS21

Les sorties : U_{ca0} : Tension image de U_{c1} dont l'amplitude est amplifiée 12 fois.

U_{c-mc1} , U_{c-mc2} : Tensions de mode commun. Elles sont utilisées pour détecter la saturation de la tension différentielle U_{c1} .

5.3./ FS2-3 : Amplification et décalage

Cette fonction amplifie et décale le signal d'entrée.

L'entrée : U_{ca0} : Voir FS22

La sortie : U_{ca1} : Tension proportionnelle à U_{ca0} , amplifiée 6 fois et décalée de + 6 volts.

5.4./ FS2-4 : Détection de saturation

Le rôle de cette fonction est de détecter toutes tensions supérieures à +8,5 volts ou inférieures à -8,5 volts.

Les entrées : U_{c-mc1} , U_{c-mc2} : Voir FS22

La sortie : **Inhib** : Signal binaire. Il autorise (0 volt) ou bloque (12 volts) la conversion réalisée par FS25.

5.5./ FS2-5 : Conversion tension - fréquence

Cette fonction convertit l'amplitude de la tension d'entrée en un signal rectangulaire de fréquence variable.

L'entrée : U_{CA1} : Voir FS23

La sortie : U_{VCO} : Tension rectangulaire (0 ou 12 volts) dont la fréquence est proportionnelle à l'amplitude de la tension d'entrée U_{CA1} . La fréquence du signal de sortie est de 20kHz pour une tension d'entrée de 6 volts. Elle augmente de 4kHz quand l'entrée augmente de 1 volt.

5.6./ FS2-6 : Isolation galvanique et adaptation du signal

L'isolation galvanique protège le patient contre les surtensions. Cette fonction réalise une adaptation du niveau de la tension d'entrée pour que la sortie soit compatible avec l'entrée de FS26.

L'entrée : U_{VCO} : Voir FS25

La sortie : U_{CA2} : Tension rectangulaire de même fréquence que U_{VCO} et d'amplitude compatible avec FS27, soit 0 ou 5 volts.

5.7./ FS2-7 : Conversion fréquence - tension

Cette fonction génère une tension U_{ECG} dont l'amplitude est proportionnelle à la fréquence du signal d'entrée U_{CA2} .

L'entrée : U_{CA2} : Voir FS26

La sortie : U_{ECG} (DEF ECG) : Tension dont l'amplitude est proportionnelle à la fréquence du signal U_{CA2} .

5.8./ FS2-8, FS2-9, FS2-10, FS2-11 : Filtrage

Ces fonctions filtrent le continu, les hautes fréquences ainsi que le 50Hz et le 60Hz.

L'entrée : U_{ECG} : Voir FS27

Les sorties : U_{ECG1} : (TP2-2) Tension semblable à U_{ECG} débarrassée des parasites.

U_{ECG2} : (TP2-3) Tension semblable à U_{ECG} amplifiée et filtrée.

U_{ECG-NF} : Tension semblable à U_{ECG} amplifiée et filtrée. Un filtrage est ajouté pour le 50Hz et le 60Hz.

$U_{ECG-NF1}$: (TP2-4) U_{ECG-NF} filtrée.

5.9./ FS2-12 : Redressement

L'entrée : $U_{ECG-NF1}$: Voir FS2-11

La sortie : $U_{ECG-NF2}$: Cette tension ne conserve du signal DEF ECG que les ondes Q, R et S.

5.10./ FS2-13 : Amplification

L'entrée : $U_{ECG-NF2}$: Voir FS2-12

La sortie : $U_{ECG-NF3}$: (TP2-6) Identique à la tension d'entrée mais amplifiée 3 fois.

5.11./ FS2-14 : Détection du complexe QRS

Cette fonction permet de détecter une anomalie par rapport à la forme du signal QRS (U_{ECG1}). L'amplitude de l'onde QRS étant normalement constante, une variation brutale est révélatrice d'une anomalie cardiaque. Cette fonction compare les ondes QRS successives et génère une impulsion en sortie lorsque la variation entre deux ondes QRS successives est faible. Si la variation est trop importante, l'impulsion de sortie n'a pas lieu.

L'entrée : $U_{ECG-NF3}$: Voir FS2-13

La sortie : U_{QRS} (TP2-7) : Impulsion +12 volts, -12 volts.

La fréquence de cette tension est égale à la fréquence cardiaque.

6.1./ FS3-1 : Exécution du logiciel, gestion des périphériques

Cette fonction comprend les circuits suivants : Z17, Z18, Z19, Z21, Z22, Z28, Z29.

Elle a en charge l'analyse des données provenant des différentes fonctions. Elle détermine et contrôle les alarmes visuelles et sonores. Elle teste également le niveau de l'alimentation électrique.

6.2./ FS3-2 : Création signaux d'horloge

A partir du quartz QZ1 et de Z30, cette fonction génère les signaux d'horloge 25kHz (T0), 50kHz (Porteuse) et 400kHz (T1).

6.3./ FS3-3 : Conversion analogique numérique

Cette fonction convertit des tensions analogiques en grandeurs numériques en vue d'une analyse logicielle.

Les entrées : +5R, Vref, AGND : tensions de 5 et 10 volts, et la masse.

RRD, RD, DEFECG, DEFRSP : Voir FP1 et FP2.

Interroge CAN : bus de contrôle du μP composé de A2, A1, A0, CSZ20 et ALE.

Les sorties : Lecture CAN : Bus de données du μP (AD0-AD7).

6.4./ FS3-4 : Création de tensions références

Réalisée par Z5 et Z14, cette fonction génère deux tensions +5R (5 volts) et VREF (-10 volts).

6.5./ FS3-5 : Stockage du logiciel

Z21 et Z22 contiennent le code du programme lu et exécuté par FS31.

6.6./ FS3-6 : Mémorisation des paramètres patient

Z23, mémoire sauvegardée, permet de stocker les paramètres relatifs à la surveillance du patient.

6.7./ FS3-7 : Alimentation de sauvegarde

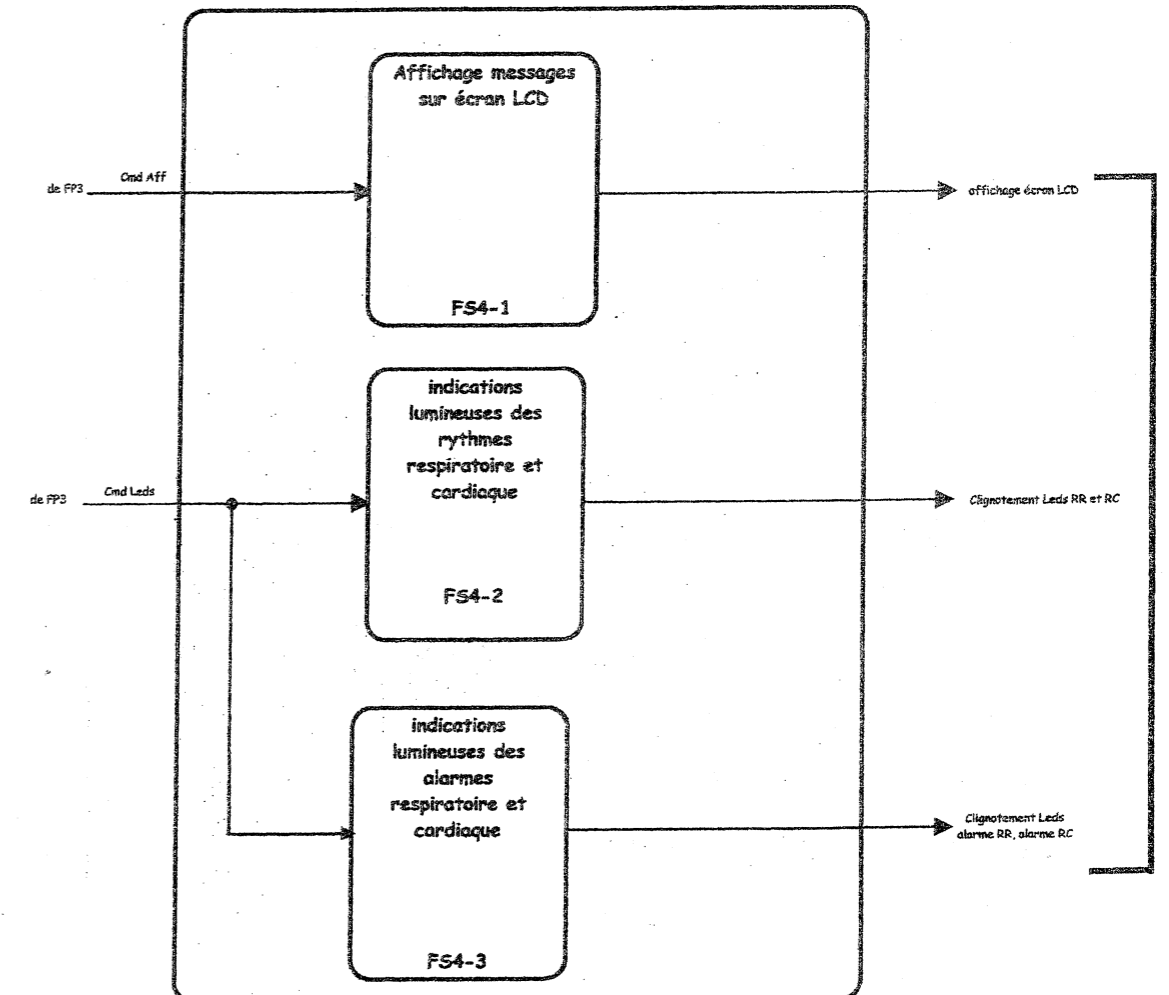
Cette fonction permet de conserver les données en mémoire en cas de coupure d'alimentation.

6.8./ FS3-8 : Capture des appuis de touches

Cette fonction regroupe les boutons poussoirs des faces avant et arrière.

7./ Description des fonctions secondaires de FP4

Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP4



7.1./ FS4-1 : Affichage texte

Les entrées : **Cmd Aff** : Bus d'adresses, Bus de données, Bus de contrôle.

La sortie : **S1** : Il s'agit d'un afficheur LCD (1 ligne, 16 caractères).
Il indique la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire.
Il affiche également la raison du déclenchement de l'alarme.

7.2./ FS4-2 et FS4-3: Indications lumineuses

Cette fonction est assurée par 4 diodes électroluminescentes.

- deux diodes clignotent respectivement, au rythme des battements cardiaques et des mouvements respiratoires
- deux autres s'allument lorsqu'une anomalie est détectée.

L'entrée : **Cmd Leds** : Informations binaires permettant de commander l'allumage de diodes électroluminescentes.

Les sorties : **S1** : Il s'agit des 4 diodes électroluminescentes :

diode RC : Rythme Cardiaque

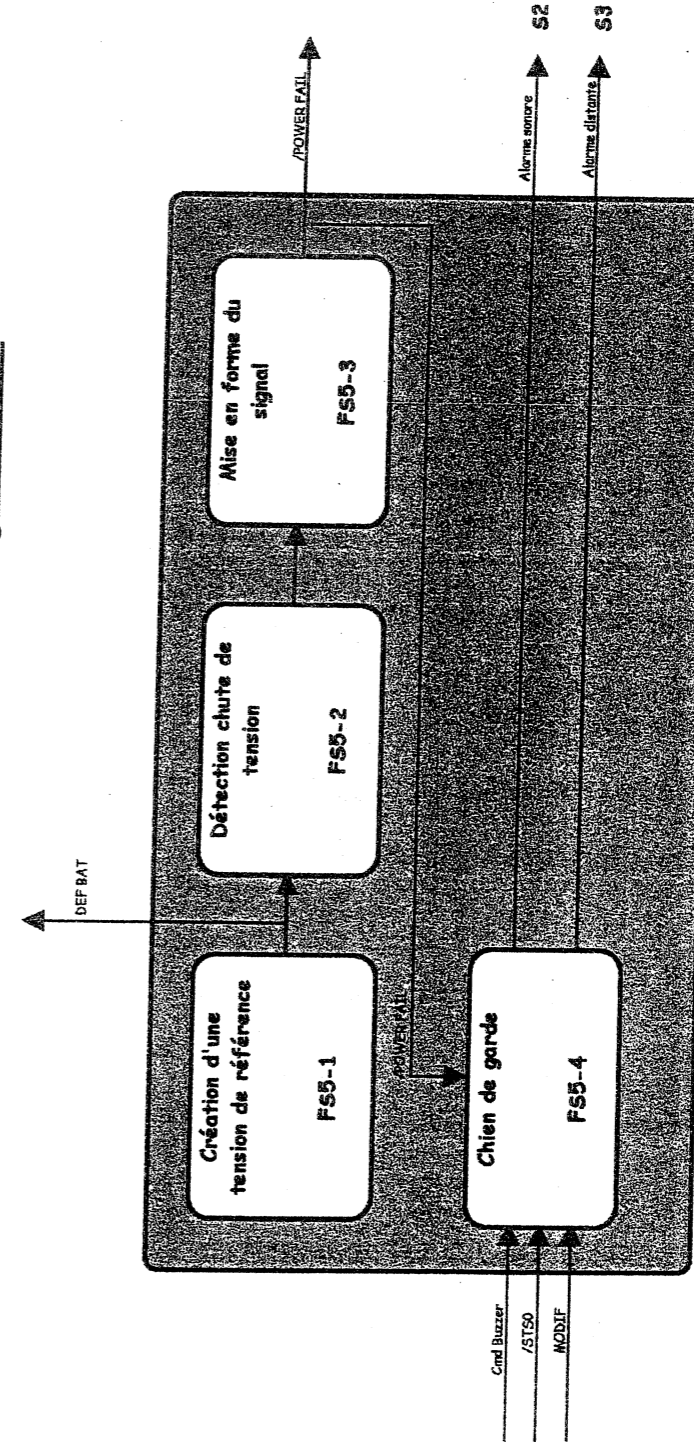
diode RR : Rythme Respiratoire

diode AL RC : ALarme Rythme Cardiaque

diode AL RR : ALarme Rythme Respiratoire

8./ Description des fonctions secondaires de FP5

Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP5



8.1./ FS5-1, FS5-2, FS5-3 : Surveillance alimentation

L'entrée : Il s'agit de l'alimentation électrique de l'objet technique

Les sorties : **DEF.BAT** : Tension mesurée aux bornes de l'alimentation de sauvegarde.
/POWER FAIL : Information binaire indiquant une défaillance de l'alimentation électrique de l'appareil.

8.2./ FS5-4 : Alarme et chien de garde

Les entrées : **Cmd Buzzer** : Information binaire permettant de commander le déclenchement de l'alarme sonore.

/STSO : Impulsion électrique contrôlant l'activation du chien de garde. Une impulsion a normalement lieu toutes les 10 ms. Si elle n'a pas lieu après 50 ms l'alarme sonore est déclenchée.

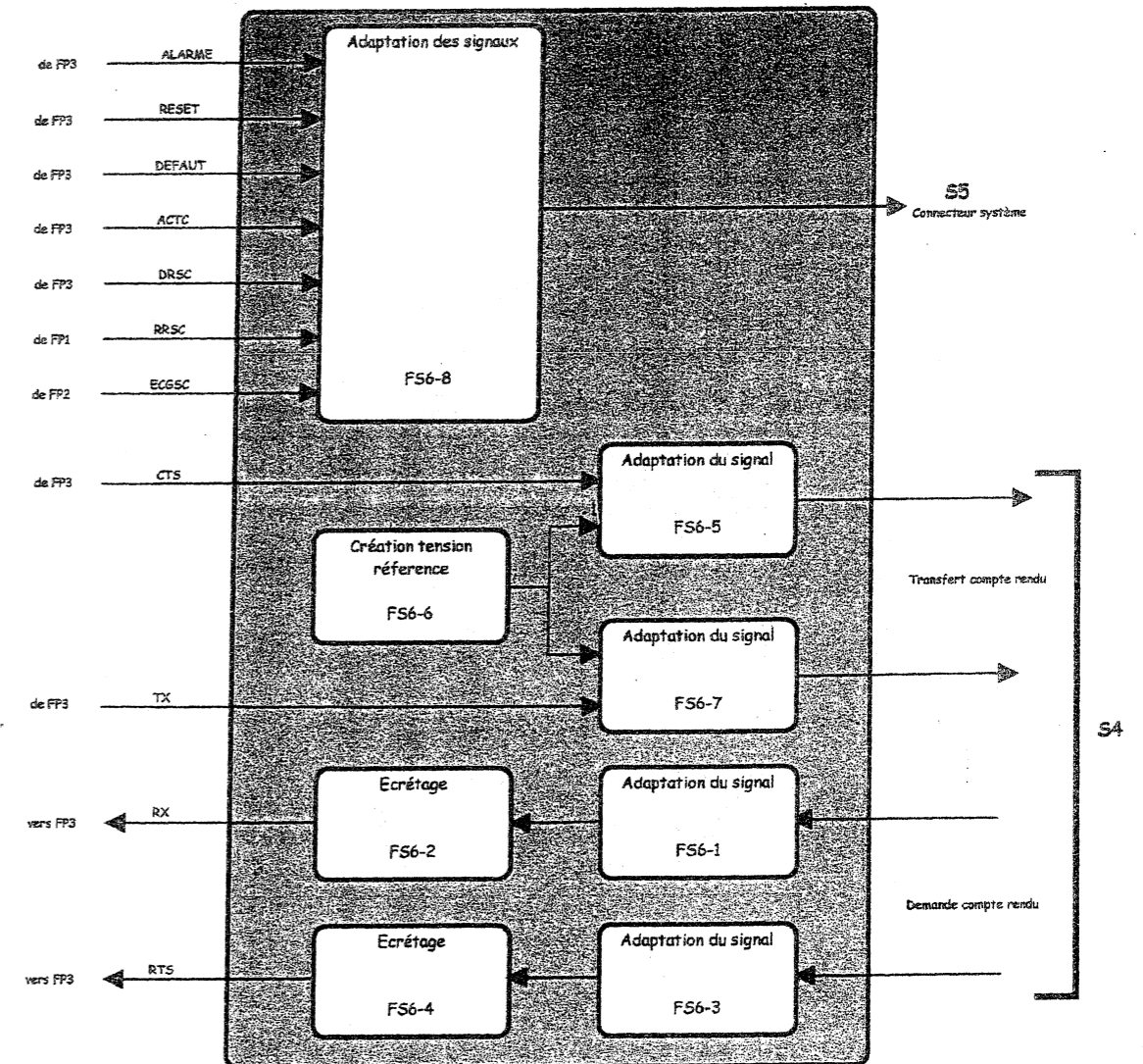
MODIF : Actions manuelles sur le bouton Modif situé à l'arrière de l'appareil.

Les sorties : **S2 (Avertissement sonore)** : Information sonore (voir § 2.7./)

S3 (Cmd Alarme distante) : Signal électrique permettant de commander le déclenchement d'une alarme distante.

9./ Description des fonctions secondaires de FP6

Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP6



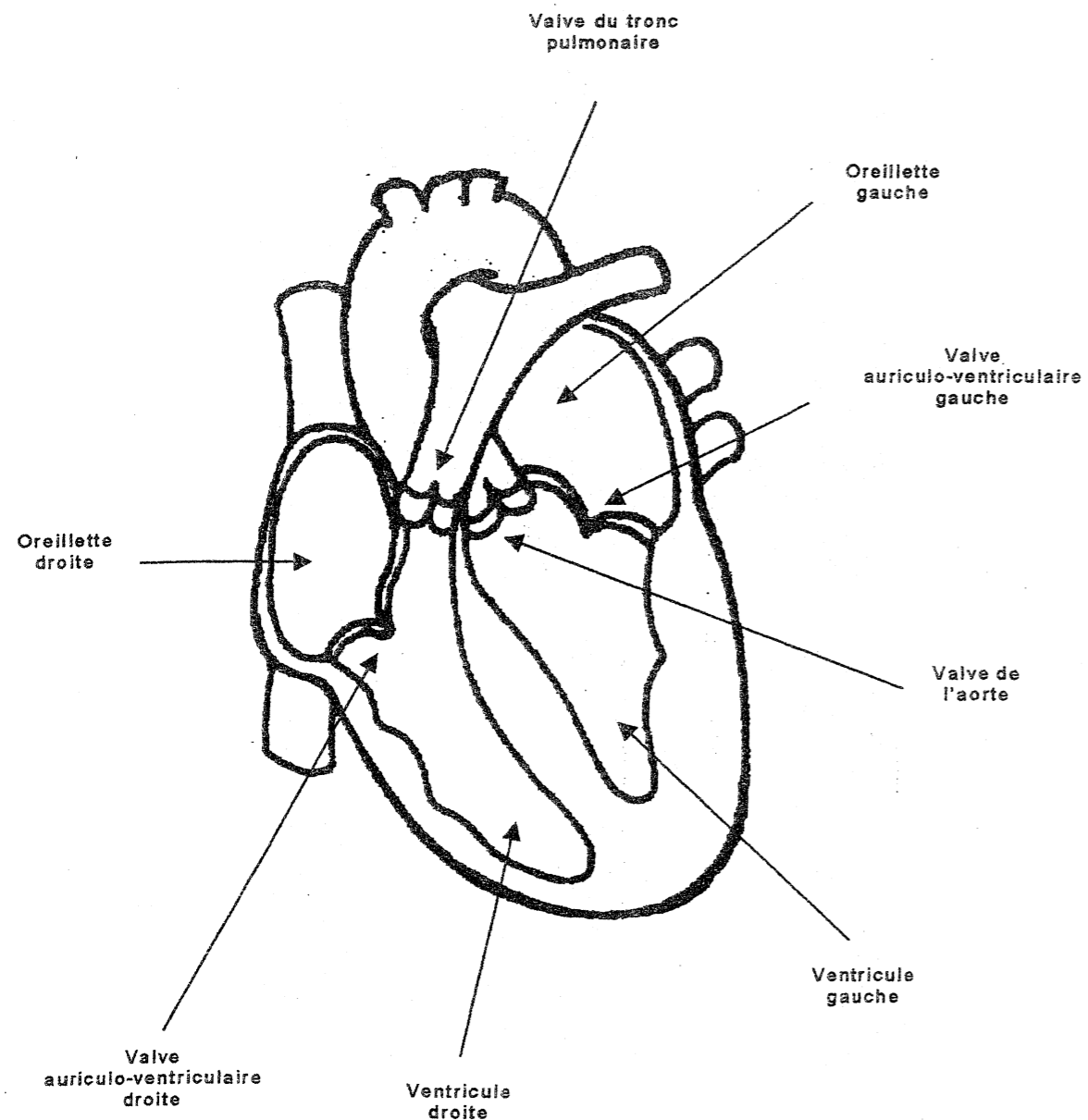
Les entrées : Voir fonctions précédentes

Les sorties : **S4** : Liaison série asynchrone type RS423.

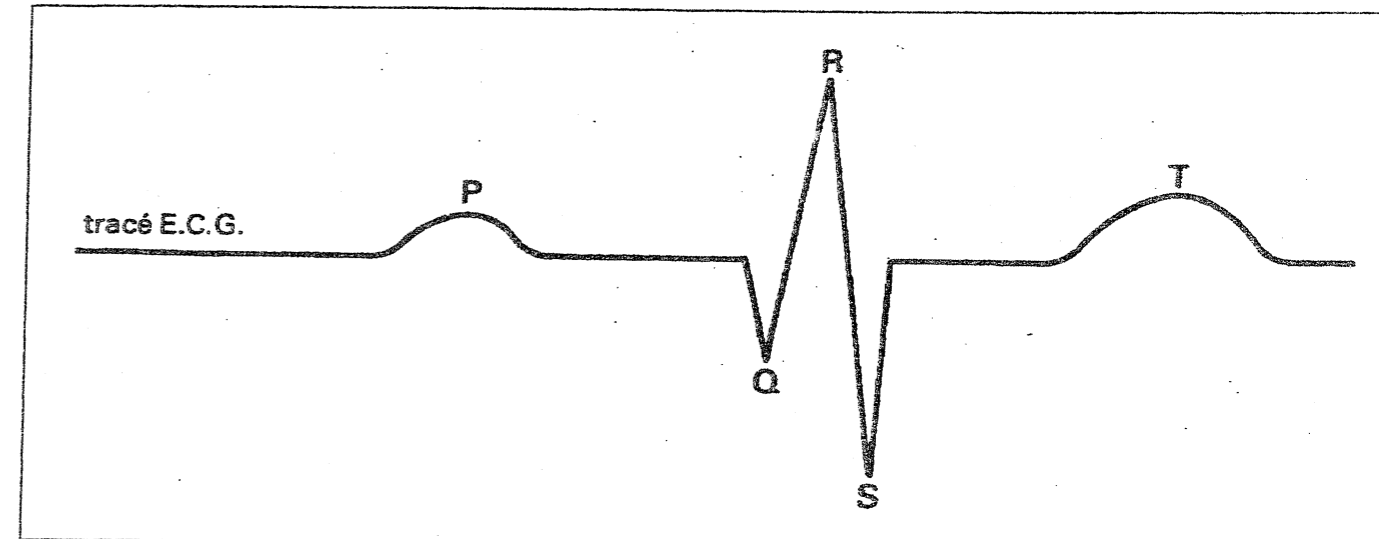
S5 : Connecteur système . Utilisé ici pour brancher un oscilloscope.

Annexes

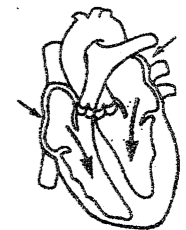
10./ Description du cœur



11./ Révolution cardiaque



11.1./ 1^{ère} Etape : Remplissage des ventricules



Le remplissage des ventricules s'effectue en 2 temps :

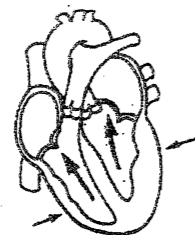
1^{er} temps :

Les valves auriculo-ventriculaires étant ouvertes, le sang s'écoule passivement des oreillettes aux ventricules. Les valves de l'aorte et du tronc pulmonaire sont fermées.

2^{ème} temps :

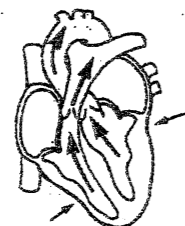
Les oreillettes se contractent et éjectent le sang restant dans les ventricules, ceci se passe juste après l'onde P.

11.2./2^{ème} Etape : Contraction des ventricules



Les ventricules commencent à se contracter et ferment les valves auriculo-ventriculaires. Pendant une fraction de seconde toutes les issues des ventricules sont fermées, ceci se passe pendant le complexe QRS.

11.3./3^{ème} Etape : Ejection ventriculaire



La contraction des ventricules provoque l'ouverture des valves de l'aorte et du tronc pulmonaire. Le sang est éjecté dans l'aorte et le tronc pulmonaire, ceci se passe juste après l'onde T.

11.4./4^{ème} Etape : Relaxation du cœur



Après l'onde T, les ventricules se relâchent entraînant la fermeture des valves de l'aorte et du tronc pulmonaire. Une fois de plus les ventricules sont entièrement clos un court instant. Le cycle recommence.

12./ Documentation technique

Pour des informations supplémentaires voir la « Documentation technique constructeur ».

13./ Résultats de simulations

Filtre 1^{er} du ordre de la fonction FS1-1

Filtre 2^{ème} ordre des fonctions FS1-5 et FS1-6

14./ Documentation

Seules les documentations techniques des composants les plus importants sont fournies.

14.1./ Afficheur LCD

14.2./ 4049 Amplificateur inverseur

14.3./ 4046 Boucle a verrouillage de phase (pour l'utilisation du VCO)

14.4./ 4051 multiplexeur/démultiplexeur analogique 8 voies

14.5./ 4538 Double multivibrateur monostable

14.6./ 27C64 Mémoire EPROM

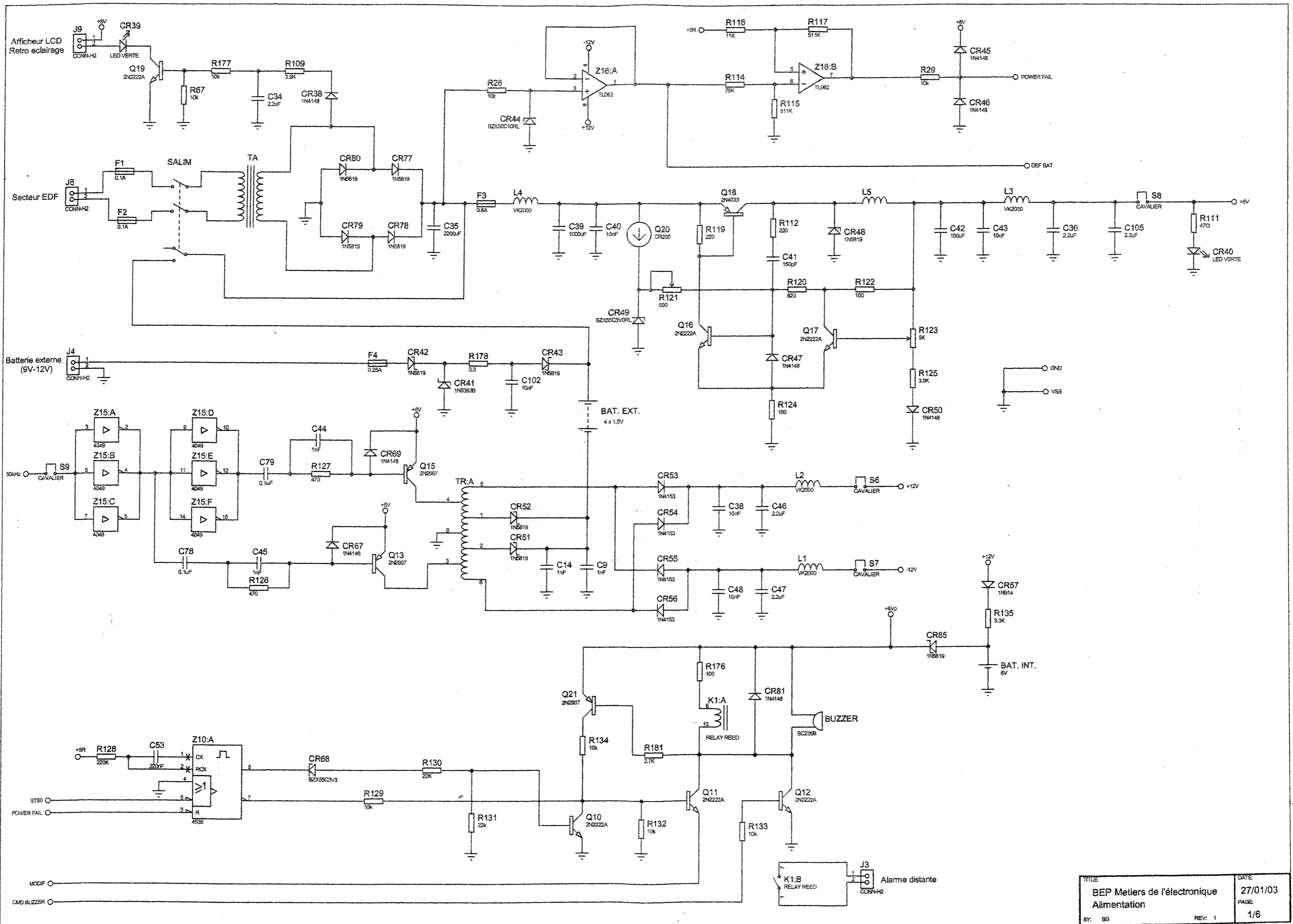
14.7./ TL061, TL062, TL064 Amplificateur opérationnel, Amplificateur linéaire intégré

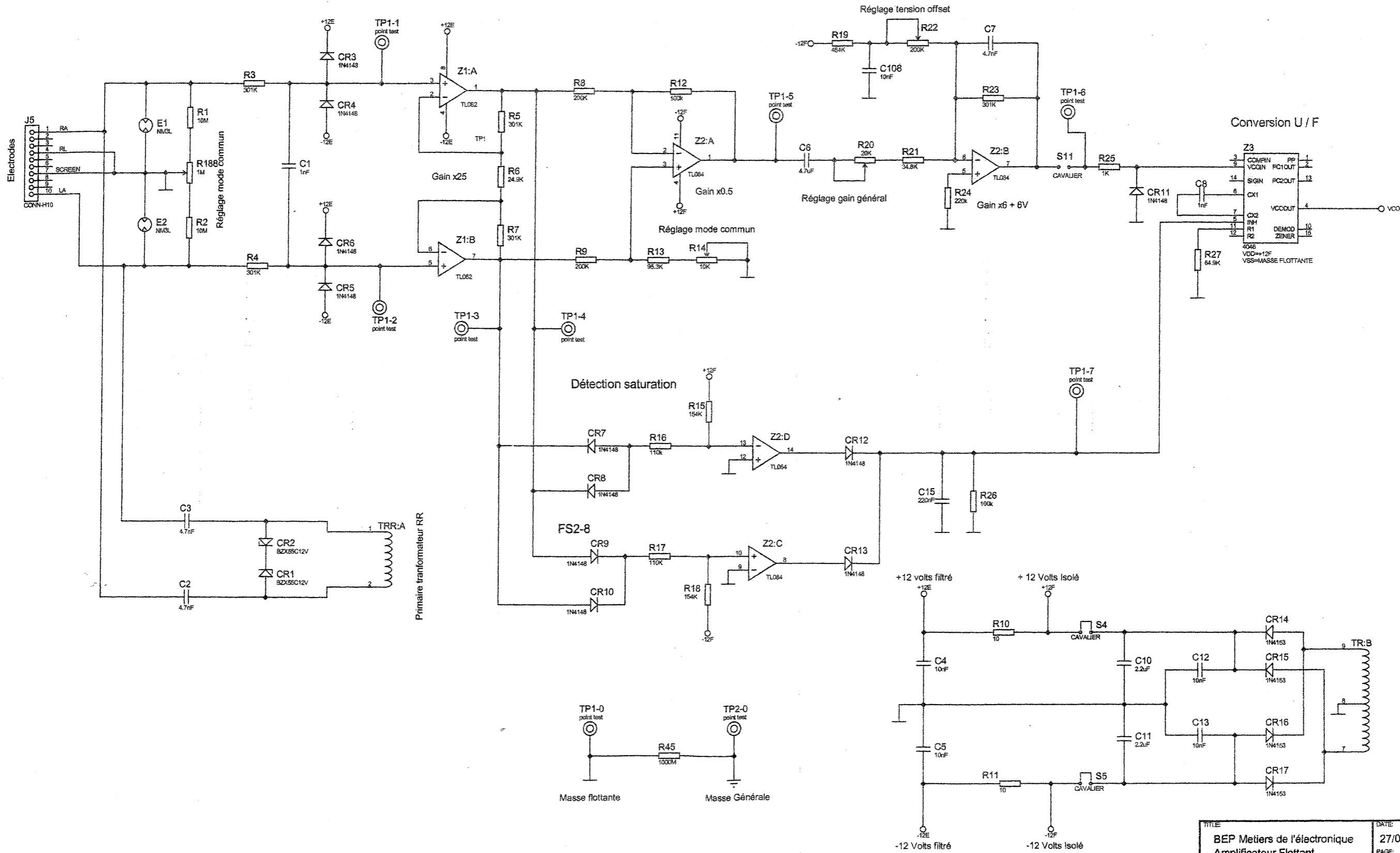
14.8./ 2N2222 Transistor bipolaire NPN

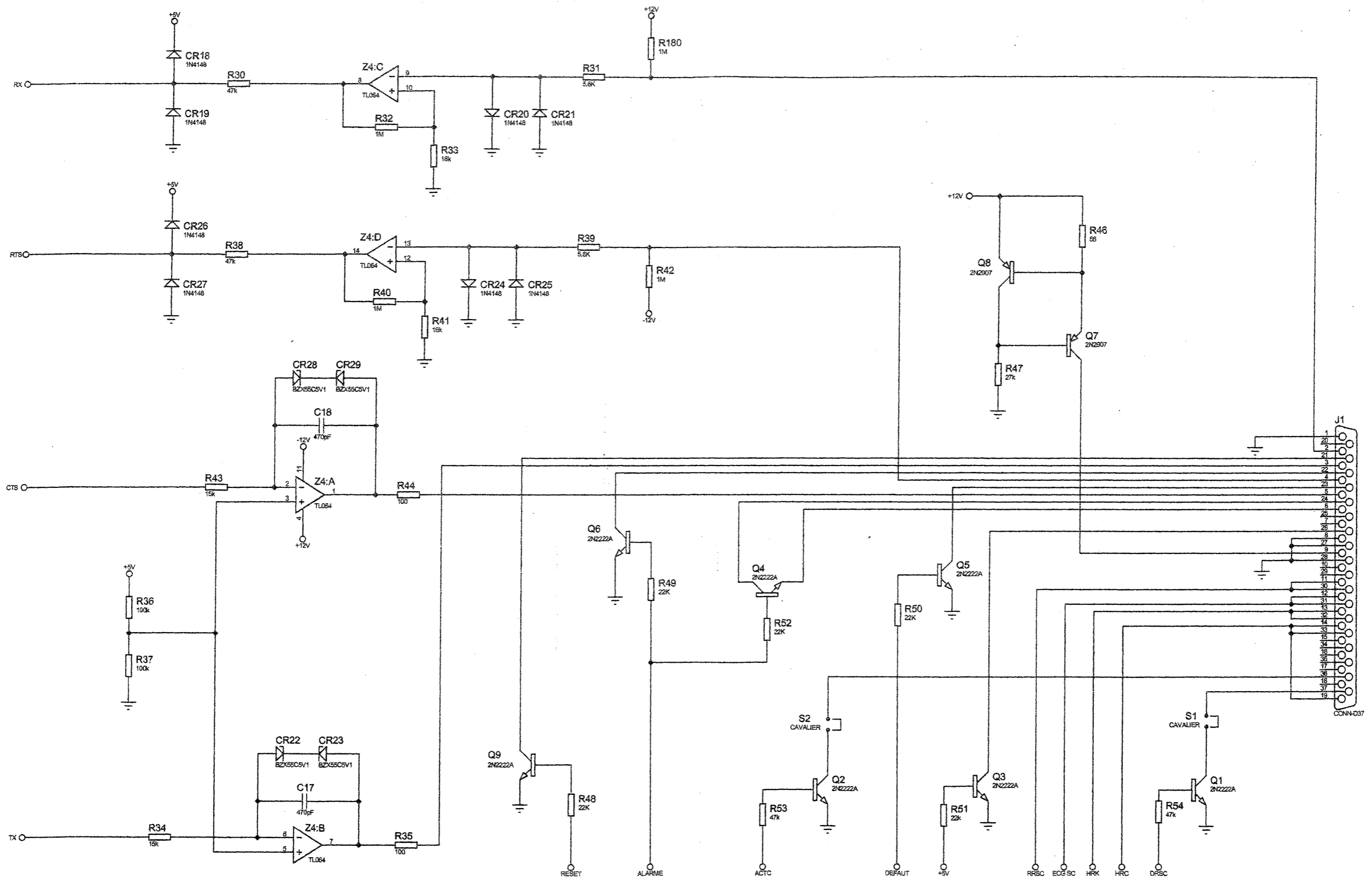
14.9./ REF02 Régulateur de tension

14.10./ MAX161/MX7581 Convertisseur analogique numérique 8 voies

14.11./ 4N35, 4N36, 4N37 Optocoupleurs







Connecteur systeme

