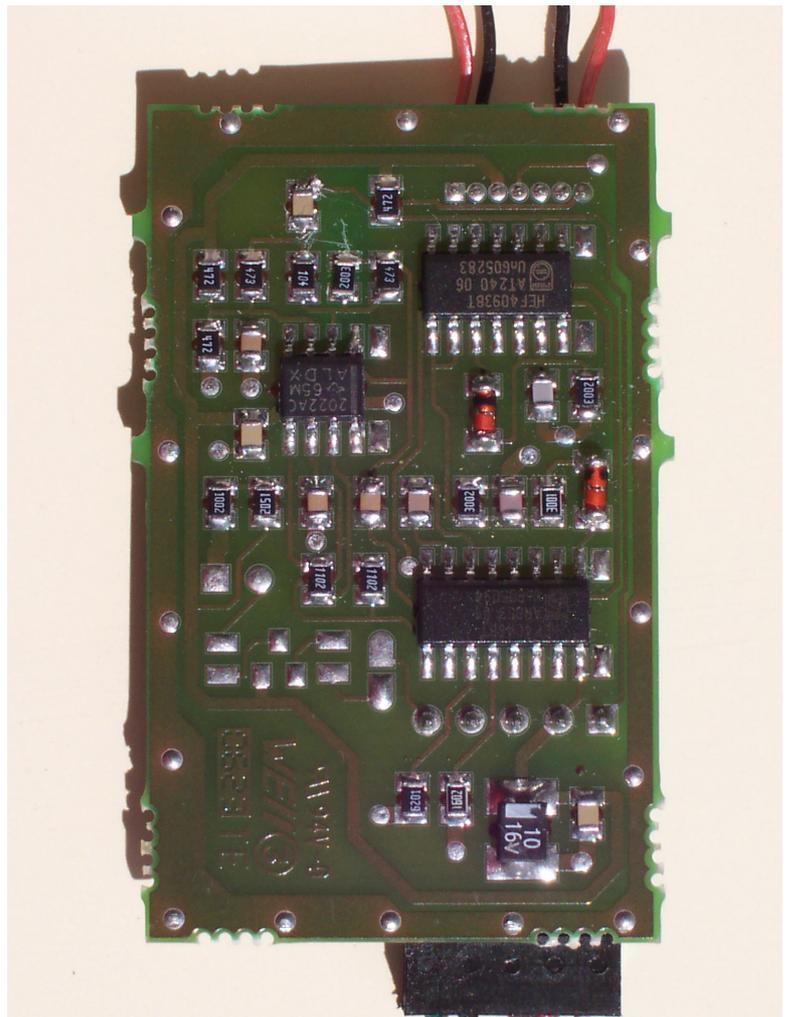
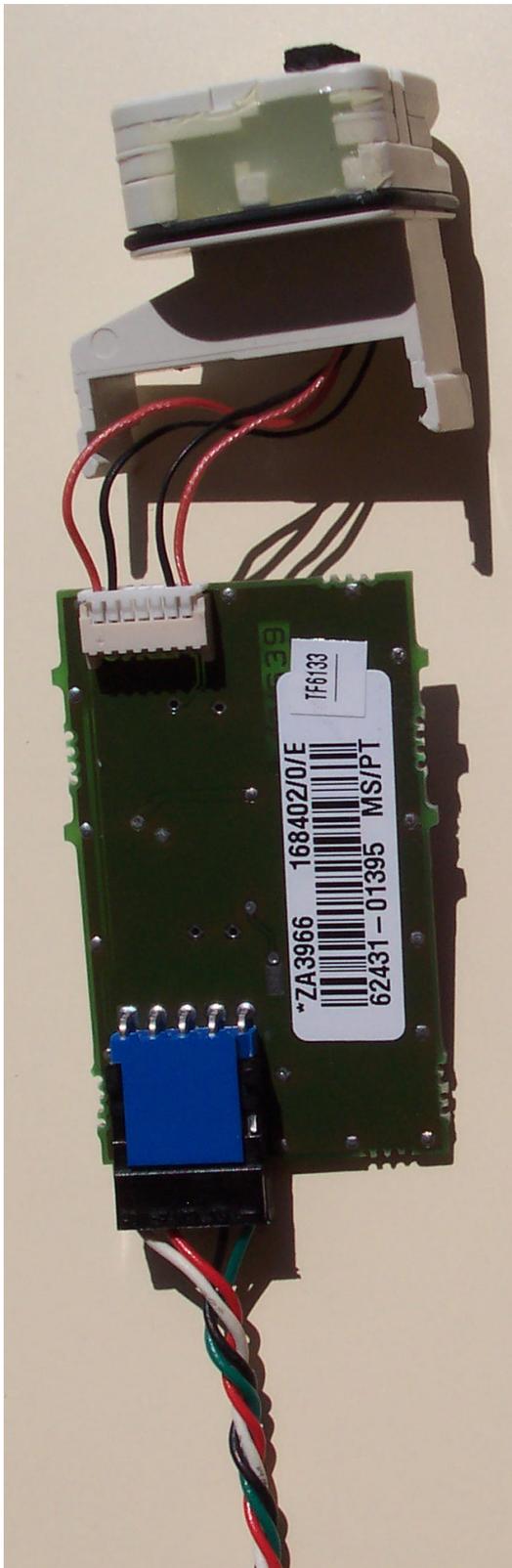




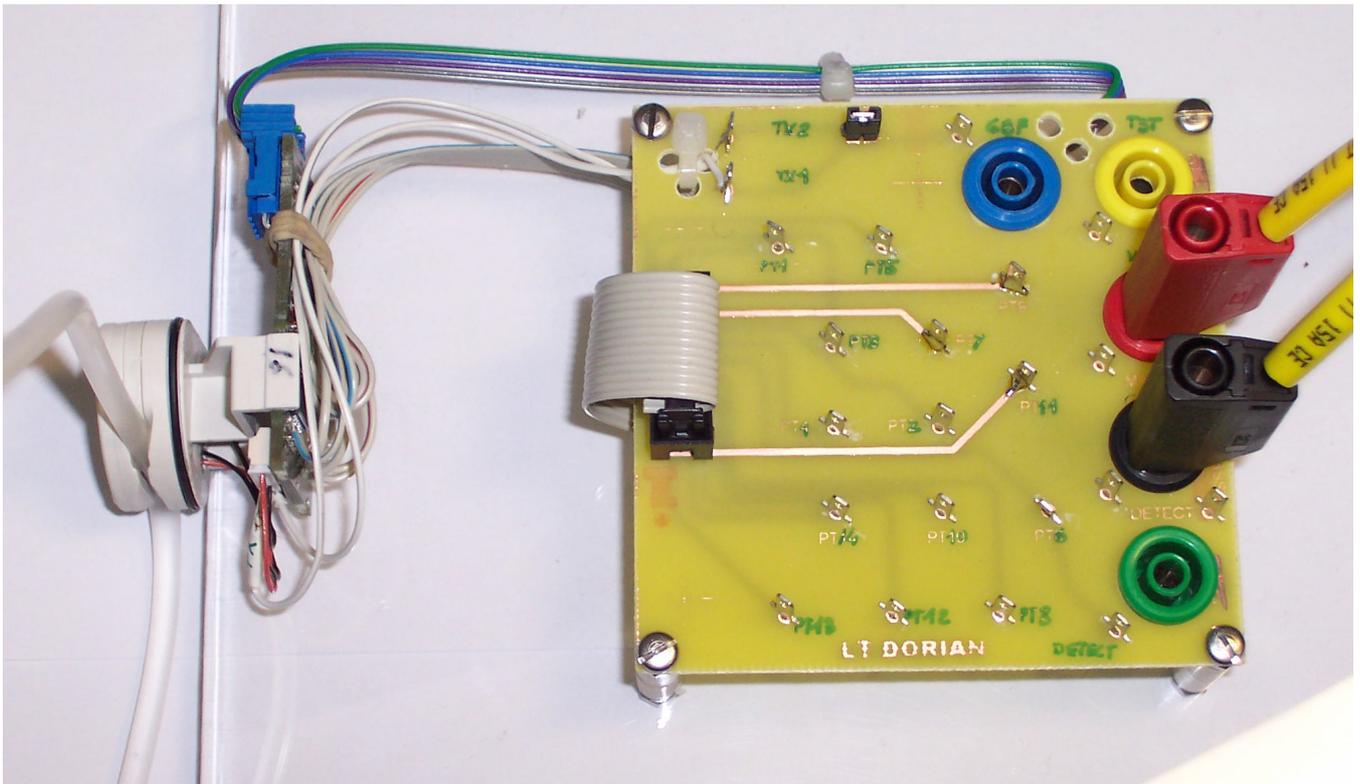
# ETUDE ET EXPÉRIMENTATION DE FP3



## POMPE OPTIMA MS



### ① Matériel nécessaire :



- ✓ Détecteur de bulles.
- ✓ Carte électronique associée au détecteur de bulles.
- ✓ 2 bouteilles.
- ✓ 1 bouteille d'eau gazeuse.
- ✓ 1 tubulure.
- ✓ Matériel de mesure type :
  - Oscilloscope avec sondes, etc...
- ✓ Fichiers de simulation sous Proteus V7 :
  - FP3-simu1, FP3-simu2, FP3-simu3, FP3-simu4, FP3-simu5, FP3-simu6, FP3-simu7, FP3-simu8, FP3-simu9.

### ② Éléments minimums attendus dans votre dossier :

- ✍ Explication concernant :
  - ☞ L'installation de la tubulure dans le détecteur de bulles.
  - ☞ Le principe utilisé pour détecter une bulle d'air dans le soluté ainsi que la résolution du détecteur.
- ✍ Détails des calculs aboutissant à déterminer :
  - ☞ La grandeur d'une bulle d'un volume de 0,1ml, 0,3ml, 250 $\mu$ l et 10 $\mu$ l circulant dans une tubulure de diamètre 2,95mm.
- ✍ Explication sur :
  - ☞ La forme d'onde et l'amplitude du signal en PT2.



- ☞ Le mode opératoire et la liste du matériel utilisé pour obtenir la fréquence de résonance du transducteur.
- ✍ Tableaux de mesures et relevés d'oscillogrammes et résultats de simulation.
- ✍ Énoncé du rôle des composants ou de leur association :
  - ☞  $R_3, R_4$ .
  - ☞  $C_{10}$ .
  - ☞  $C_2$ .
  - ☞  $C_4$ .
- ✍ Éléments d'analyse fonctionnelle et énoncé de la fonction réalisée par la structure entre A et B ainsi que l'évolution temporelle des signaux en PT1, PT2, PT3, PT4, PT5 et PT6.
- ✍ Justification technologique de l'utilisation d'un A.I.L de référence TLE2022 pour le C.I U3A.
- ✍ Schéma fonctionnelle, associé à U1, complété ainsi que :
  - ☞ Le nom usuel donné à U1 et sa technologie.
  - ☞ La signification et la traduction de VCO et Phase Comparator.
  - ☞ La grandeur caractéristique en sortie du VCO et son encadrement.
  - ☞ Le tracé de la caractéristique de transfert du VCO.
- ✍ Algorithme résumant l'évolution du NL en sortie de la broche n°1 de U1 pour :
  - ☞ La présence ou l'absence d'une bulle d'air dans la tubulure.
- ✍ Conclusion sur l'utilisation du comparateur de phase en détecteur de fréquence ou d'amplitude du signal en PT6.
- ✍ Éléments d'analyse fonctionnelle et énoncé de la fonction réalisée par la structure entre B et C ainsi que l'évolution temporelle des signaux en PT5 et PT8.
- ✍ Mesures et calculs théoriques concernant :
  - ☞ La d.d.p aux bornes de  $R_1$  en l'absence de bulle d'air ainsi que le NL en sortie du C.I U2C.
  - ☞ L'évolution temporelle de la d.d.p en PT9 et la construction d'un schéma équivalent associant  $D_1, R_8, C_5, R_{11}$  et U2C lorsqu'une bulle d'air est détectée ainsi que le NL en sortie de U2C.
- ✍ Éléments d'analyse fonctionnelle et énoncé de la fonction réalisée par la structure entre C et D ainsi que l'évolution temporelle des signaux en PT8, PT9 et PT10.



- ✍ Mesures et calculs théoriques concernant :
  - ☞ La valeur de la d.d.p en entrée de U2D ainsi que le NL en sortie de U2D en l'absence de bulle d'air.
  - ☞ L'évolution temporelle de la d.d.p en PT11 et la construction d'un schéma équivalent associant  $D_2$ ,  $R_{10}$ ,  $C_9$  et U2D lorsqu'une bulle d'air est détectée ainsi que le NL en sortie de U2D.
  - ☞ La durée que met l'information pour ce propager de la broche n°1 de U1 jusqu'au signal DETECT lorsqu'une bulle d'air est détectée.
  
- ✍ Eléments d'analyse fonctionnelle et énoncé de la fonction réalisée par la structure entre D et E ainsi que l'évolution temporelle des signaux en PT10, PT11 et PT12.
  
- ✍ Mesure et calculs théoriques concernant :
  - ☞ La valeur de la période du signal en PT7.
  
- ✍ Justification de la nécessité de la présence de la structure entre F et G au sein de FP3.
  
- ✍ Eléments d'analyse fonctionnelle et énoncé de la fonction réalisée par la structure entre F et G ainsi que l'évolution temporelle des signaux en PT7 et PT1.
  
- ✍ Mise en évidence du sens de variation de la fréquence en PT1 en fonction du sens de variation de la d.d.p en PT7.
  
- ✍ Enoncé de l'association de U2B et U2A ainsi qu'une hypothèse sur la nécessité technologique de cette association.
  
- ✍ L'expression de l'équation logique liant les signaux TX, TST et signal H.
  
- ✍ Expression du rôle de la résistance  $R_9$ .



## ETUDE ET EXPÉRIMENTATION DE FP3

### 1- Association Pompe Optima MS – Détecteur de bulles d'air.

1.1- A partir de la notice d'utilisation et/ou du document de présentation et/ou du dossier technique.

☞ Déterminer la localisation du détecteur de bulles d'air.

☞ Détailler comment installer la tubulure vis-à-vis du détecteur de bulles.

☞ Indiquer la programmation par défaut associée au détecteur de bulles. Détailler votre réponse (document(s) consulté(s), page n°, ...).

☞ Donner la résolution du détecteur.

☞ Donner le principe physique utilisé pour détecter une bulle d'air.

1.2- Etude de la taille d'une bulle d'air.

📖 Le constructeur indique que la tubulure a un diamètre interne de 2,95mm.

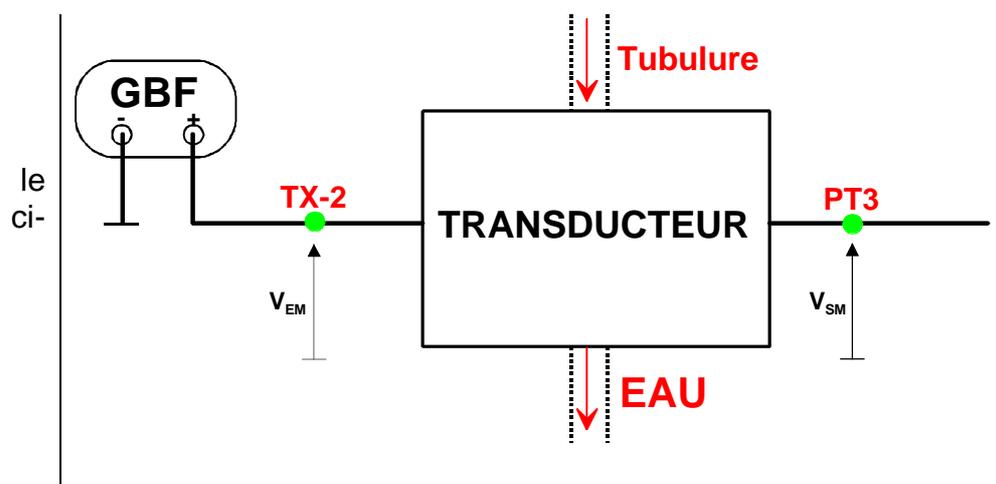
☞ Rappeler l'expression du volume  $V_{(m^3)}$  dans un cylindre de hauteur  $h_{(m)}$  et de diamètre  $d_{(m)}$ .

☞ En déduire la longueur  $h$  d'une bulle d'air d'un volume de :

$$0,1\text{ml} \square 0,3\text{ml} \square 250\mu\text{l} \square 10\mu\text{l}$$

### 2- Etude du transducteur.

2.1- Réaliser montage contre :



2.2- Visualisation de la caractéristique Amplitude de  $v_{sm}=f(\text{fréquence de } v_{em})$ .



☞ Déterminer à partir du schéma structurel en ANNEXE 1 et des informations données sur le schéma structurel de la carte connectique en ANNEXE 2 :

- La forme d'onde et l'amplitude du signal en PT2.
- La sortie du GBF à utiliser.
- Où connecter le GBF et l'état du cavalier J2.

☞ Réaliser un balayage en fréquence ( $f$  variant de 250kHz à 450kHz) et déterminer la fréquence de résonance du transducteur. Détailler votre méthode de mesure.

☞ Nommer la forme d'onde du signal  $v_{sm}$  obtenue.

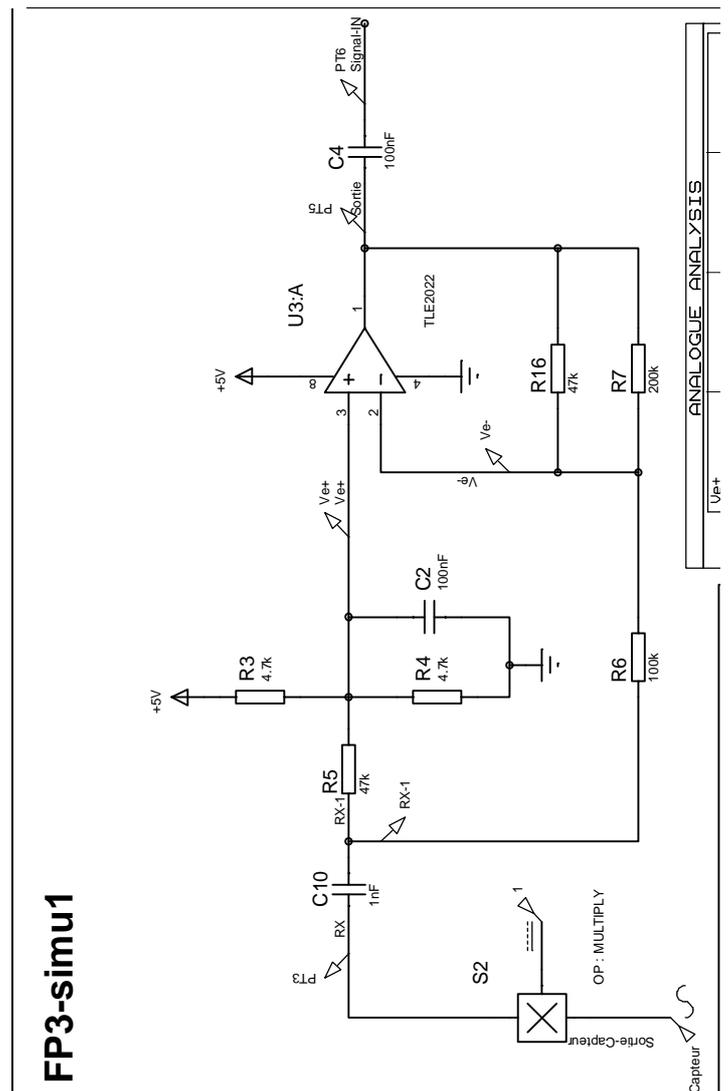
☞ Comparer les fréquences de résonance de tous les transducteurs à votre disposition. Conclure sur la dispersion de leurs caractéristiques.

3- Etude structurel de l'association entre A et B.

📖 Cf. schéma structurel en ANNEXE 1.

3.1- Réaliser la simulation ci-contre :

- Fichier : FP3-simu1



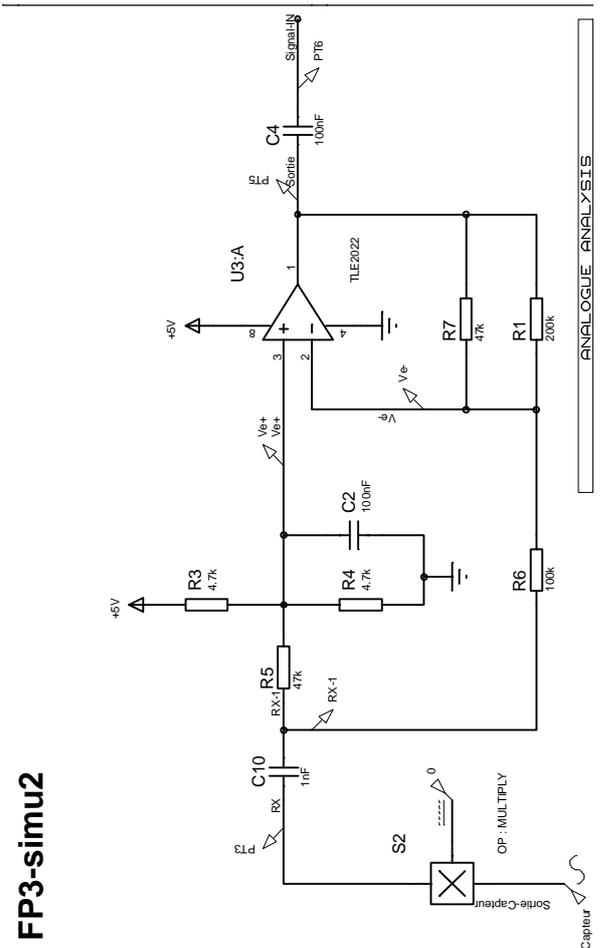


☞ A partir des résultats obtenus :

- Déterminer l'action de l'association  $R_3 - R_4$  en observant les signaux en PT3 et RX-1.
- Donner le lien entre les signaux en PT3 et RX-1.
- En déduire le rôle de  $C_{10}$  vis-à-vis du transducteur.
- Justifier l'ordre de grandeur de la valeur de  $R_5$  vis-à-vis de la valeur de  $R_3$  et  $R_4$ .

3.2- Réaliser la simulation ci-contre :

- Fichier : FP3-simu2



- ☞ Justifier la valeur de la d.d.p en sortie du C.I U3A.
- ☞ Conclure sur le rôle de  $C_4$  vis-à-vis du C.I U1.

3.3- Synthèse.

- Quel est le régime de fonctionnement du C.I U3A ?
- Enoncer la nécessité de la présence de l'association  $R_3 - R_4$ , dans le régime de fonctionnement du C.I U3A, vis-à-vis de la forme d'onde de la d.d.p RX en sortie du transducteur.
- Donner le rôle de  $C_2$  vis-à-vis de la tension d'alimentation  $V_{cc}$ .

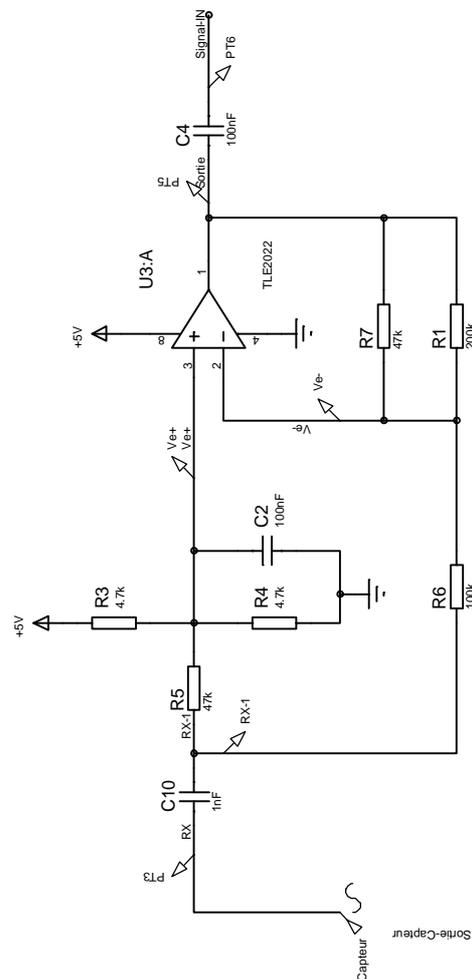


- Donner au moins 2 explications, d'ordre technologique, pour justifier de l'utilisation de la référence TLE2022, pour le C.I U3A, par le constructeur.

3.4- Réaliser la simulation ci-contre :

- Fichier : FP3-simu3

FP3-simu3



☞ En déduire l'action de la structure entre A et B vis-à-vis de la fréquence de résonance du transducteur (Cf. §2).

3.5- A partir de l'analyse fonctionnelle, en ANNEXE 4, donner l'expression de la fonction réalisée par la structure entre A et B.

☞ Identifier le repérage **FS3.X** associé.

3.6- Mesures.

☞ Relever, en concordance de temps, les d.d.p en PT1 et PT2.

- Conditions :
  - ① Tubulure remplie d'eau.
  - ② Tubulure vide.

☞ Même travail et mêmes conditions pour :

- |               |               |
|---------------|---------------|
| • PT2 et PT3. | • PT3 et PT5. |
| • PT3 et PT4. | • PT5 et PT6. |



☞ Conclure vis-à-vis de votre travail aux § 3.1, 3.2 et 3.4.

☞ Synthèse :

- Rappeler la forme d'onde du signal en PT3 ainsi que sa valeur moyenne.
- Comparer les signaux en PT3 et PT4.
- Même travail de comparaison entre les signaux en PT3 et PT5.
- De même entre les signaux en PT5 et PT6.

4- Etude structurel de l'association entre B et C.

4.1- A partir de la doc. constructeur caractériser le C.I U1.

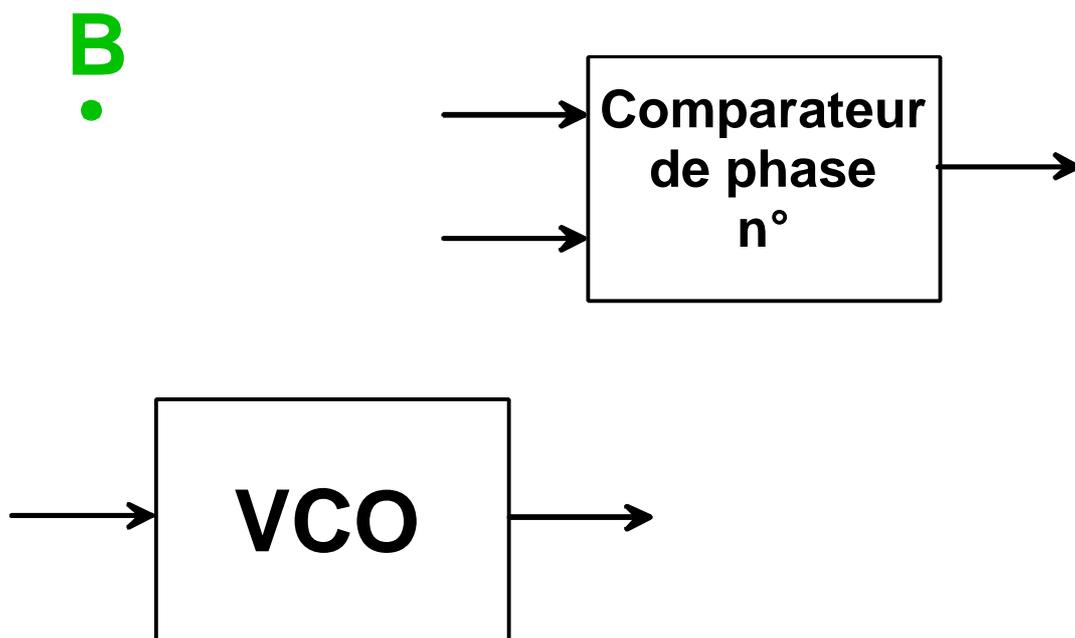
- Nom usuel.
- Technologie.
- Donner une traduction de :
  - ✓ VCO.
  - ✓ Phase Comparator.

4.2- Déterminer le comparateur de phase utilisé.

4.3- Compléter les liaisons manquantes du schéma fonctionnel ci-dessous :

☞ Indiquer tous les n° de broches.

☞ Le nom associé à chacune des broches.



4.4- Indiquer la grandeur caractéristique en sortie et en entrée du VCO.



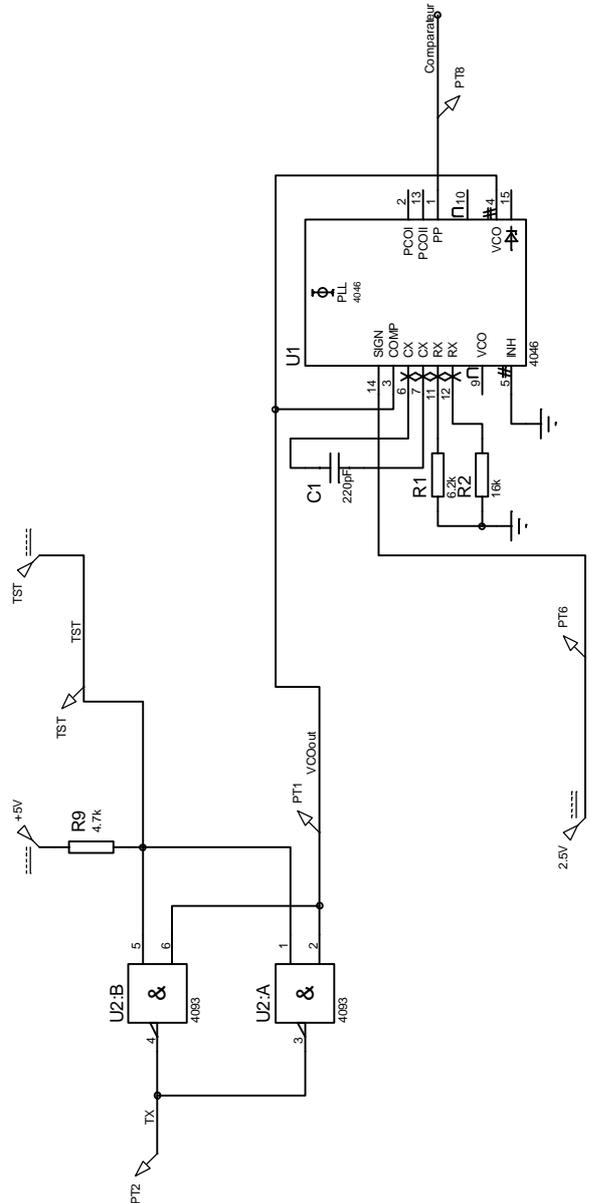


- ☞ Montrer que la structure entre A et B n'intervient pas vis-à-vis de la fréquence du signal en PT2.
- ☞ La configuration, par une liaison directe entre RX et TX, de la simulation correspond-t-elle à la présence d'un liquide ou à de l'air dans la tubulure ? Justifier votre réponse vis-à-vis de votre travail au §3.6.
- ☞ Conclure sur le NL présent en sortie du comparateur de phase.

☞ Réaliser la simulation ci-contre :

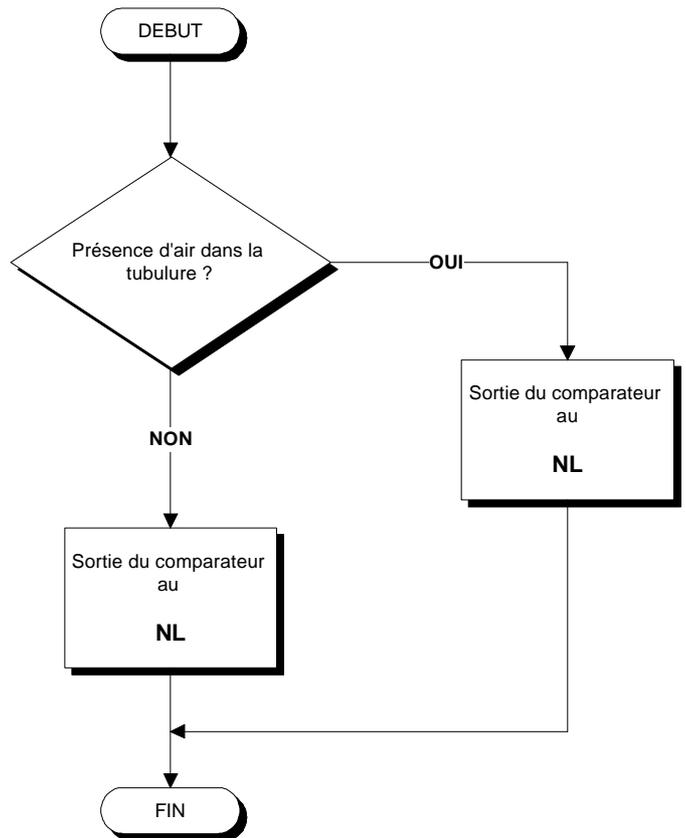
- Fichier : FP3-simu5
- Paramétrer la valeur de la d.d.p TST.

FP3-simu5



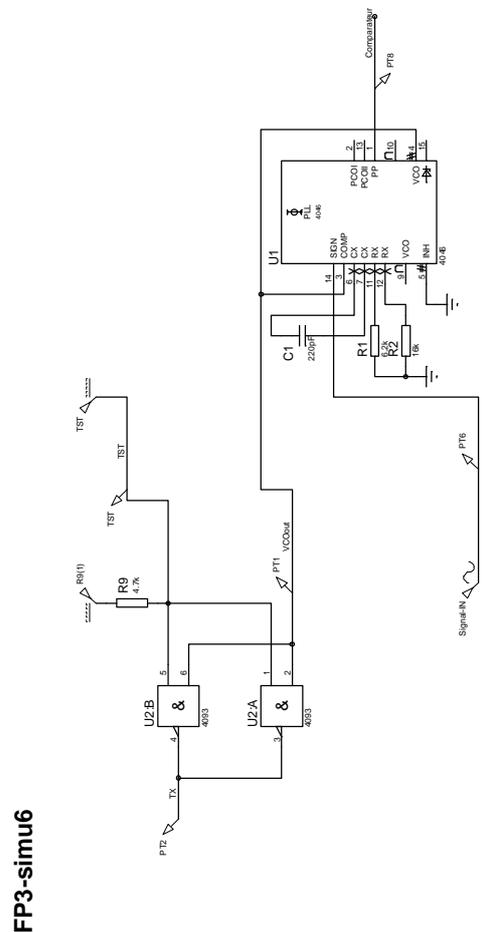
- ☞ La configuration, par la présence d'une d.d.p de 2,5V en PT6, de la simulation correspond-t-elle à la présence d'un liquide ou à de l'air dans la tubulure ? Justifier votre réponse vis-à-vis de votre travail au §3.6.
- ☞ Conclure sur le NL présent en sortie du comparateur de phase.

- Compléter l'algorithme ci-contre :

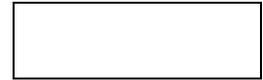


Réaliser la simulation ci-contre :

- Fichier : FP3-simu6
- Paramétrer la valeur de la d.d.p TST.
- Le paramétrage de la d.d.p Signal-IN reflète la variation de l'amplitude du transducteur autour de sa fréquence de résonance.



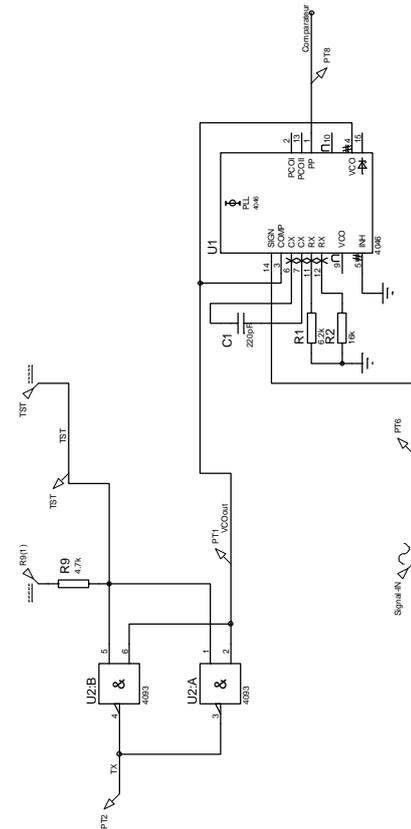
FP3-simu6



☞ Réaliser la simulation ci-contre :

- Fichier : FP3-simu7
- Paramétrer la valeur de la d.d.p TST.
- Le paramétrage de la d.d.p Signal-IN reflète la diminution de l'amplitude du transducteur pour une fréquence supérieure à sa fréquence de résonance.

FP3-simu7



☞ A partir des résultats des simulations précédentes :

- Observer l'évolution des signaux en PT6 et PT8.
  - Déterminer ensuite si le comparateur de phase est utilisé en détecteur de fréquence ou en détecteur d'amplitude du signal arrivant en PT6.
- 4.6- A partir de l'analyse fonctionnelle, en ANNEXE 4, donner l'expression de la fonction réalisée par la structure entre B et C.
- ☞ Identifier le repérage **FS3.X** associé.
- 4.7- Mesures.
- ☞ Relever, en concordance de temps, les d.d.p aux points de tests PT5 et PT8.
- Condition : Tubulure remplie d'eau gazeuse.
- ☞ Conclure vis-à-vis de votre travail au § 4.5.
- 5- Etude structurelle de l'association entre C et D.
- 5.1- Rappeler le NL présent en PT8 sans bulle d'air dans le liquide perfusé.



☞ Calculer ensuite la d.d.p aux bornes de  $R_{11}$  et déterminer le NL en entrée du C.I U2C. Justifier soigneusement votre réponse.

☞ En déduire le NL en sortie du C.I U2C.

5.2- Une bulle d'air est détectée par le C.I U1.

☞ Indiquer le NL présent en PT8.

☞ Déterminer l'état de la diode  $D_1$ , en déduire un schéma équivalent associant  $D_1$ ,  $R_8$ ,  $C_5$ ,  $R_{11}$  et U2C.

☞ Donner l'évolution temporelle de la d.d.p en PT9 et quel sera le NL futur en entrée du C.I U2C ? Conclure sur le NL en sortie du C.I U2C.

☞ Synthèse :

- Calculer la durée que met la d.d.p en PT9 pour imposer un changement d'état en sortie du C.I U2C.

- Expliquer à quoi correspond cette durée vis-à-vis d'une bulle d'air. Justifier soigneusement votre réponse.

5.3- A partir de l'analyse fonctionnelle, en ANNEXE 4, donner l'expression de la fonction réalisée par la structure entre C et D.

☞ Identifier le repérage **FS3.X** associé.

6- Etude structurelle de l'association entre D et E.

6.1- Rappeler le NL présent en sortie du C.I U2C sans bulle d'air dans le liquide perfusé.

☞ En déduire l'état de la diode  $D_2$  et la valeur de la d.d.p en entrée du C.I U2D.

☞ En déduire le NL en sortie du C.I U2D.

6.2- Une bulle d'air est détectée.

☞ Indiquer le NL présent en sortie du C.I U2C.

☞ En déduire l'état de la diode  $D_2$ . Construire le schéma équivalent associant  $D_2$ ,  $C_9$ ,  $R_{10}$  et U2D.

☞ Donner l'évolution temporelle de la d.d.p en PT11 et quel sera le NL en entrée du C.I U2D ? Conclure sur le NL en sortie du C.I U2D.

☞ Synthèse :

- Calculer la durée que met la d.d.p en PT10 pour imposer un changement d'état en sortie du C.I U2D.



6.3- A partir de l'analyse fonctionnelle, en ANNEXE 4, donner l'expression de la fonction réalisée par la structure entre D et E.

☞ Identifier le repérage **FS3.X** associé.

7- Synthèse du fonctionnement de l'association entre C et E.

☞ Une bulle d'air est détectée, calculer la durée que met cette information pour se propager de la broche n°1 du C.I U1 jusqu'au signal DETECT.

☞ Donner le NL du signal DETECT indiquant la détection d'une bulle d'air.

☞ Même travail pour le signal PRES\_BULLE.

☞ En supposant que le débit est de 1200ml/h, déterminer la longueur h de la bulle détectable dans la tubulure.

- 📖 Démarche à suivre :
- ♦ Exprimer le débit  $D_{(m^3/h)}$  en fonction d'un volume  $V_{(m^3)}$  et d'une durée  $t_{(s)}$ .
  - ♦ Rappeler l'expression du volume  $V_{(m^3)}$  obtenue au §1.2.
  - ♦ En déduire l'expression de  $h_{(m)}$  en fonction de D, t et d.

🌀 Le constructeur indique que la détection d'une bulle n'est pas réalisée par la génération d'une interruption, sur le microcontrôleur ATMEL AT89C51RB2, par le signal DETECT. Le microcontrôleur scrute le NL du signal PRES\_BULLE toutes les 10ms.

☞ Calculer le nombre de scrutations du signal PRES\_BULLE que doit réaliser le microprocesseur pour détecter une bulle d'air de 10 $\mu$ l.

- 📖 Démarche à suivre :
- ♦ Ne pas tenir compte ni de C<sub>20</sub> et F14 ni du temps de propagation apporté par le C.I U20-B (74HC14).

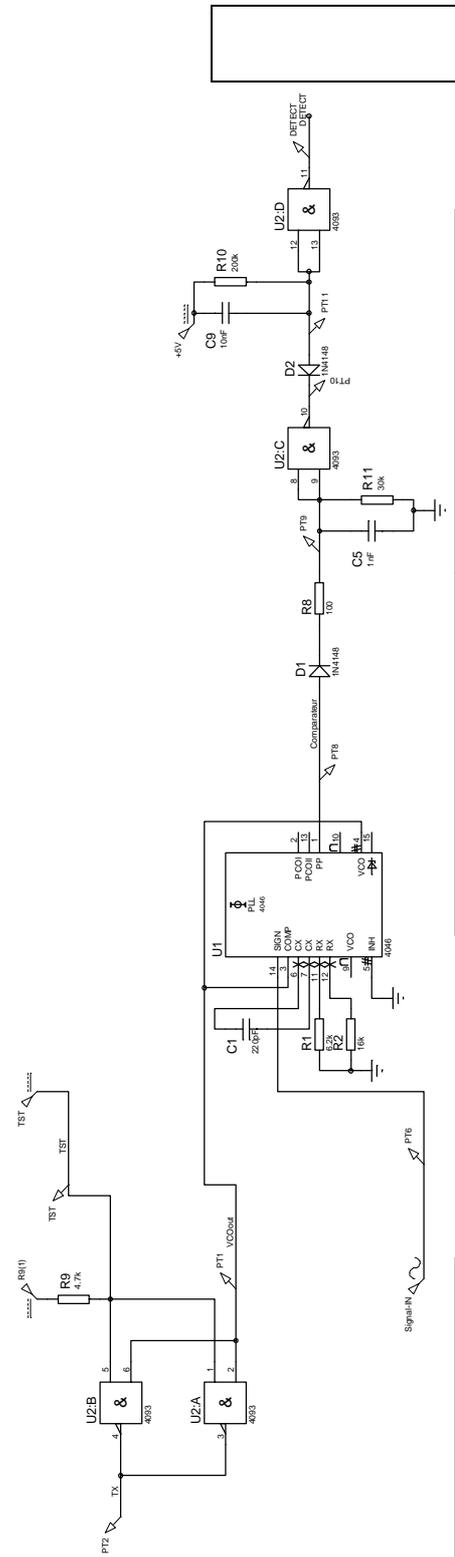


☞ Réaliser la simulation ci-contre :

- Fichier : FP3-simu9
- Paramétrer la valeur de la d.d.p TST.

☞ Vérifier l'adéquation entre votre travail aux §5 et §6 et les résultats de simulation.

FP3-simu9



8- Mesures.

☞ Relever, en concordance de temps, les d.d.p en PT8 et PT9.

- Condition : Tubulure remplie d'eau gazeuse.

☞ Même travail et mêmes conditions pour :

- PT9 et PT10.



- PT10 et PT11.
- PT11 et PT12.

☞ Mesurer les seuils de basculement des C.I U2C et U2D. Conclure vis-à-vis de la doc. constructeur et de votre travail aux §5 et §6.

#### 9- Etude structurelle de l'association entre F et G.

☞ Visualiser les d.d.p en PT7 et PT1 et mesurer la période du signal en PT7.

☞ Quel est le régime de fonctionnement du C.I U3B ?

☞ Quel nom donner à cette structure ?

☞ Déterminer par le calcul la période du signal en PT7. En déduire la conformité avec la mesure.

☞ Synthèse :

- Comment agit la variation de la d.d.p en PT7 sur la grandeur caractéristique en sortie n°4 du C.I U1 ?
- La dispersion de la caractéristique de transfert des transducteurs est importante. Justifier la solution retenue par le constructeur (implantation de la structure entre F et G) pour remédier à cette disparité.

☞ A partir de l'analyse fonctionnelle, en ANNEXE 4, donner l'expression de la fonction réalisée par la structure entre F et G.

☞ Identifier le repérage **FS3.X** associé.

#### 10- Etude structurelle de l'association entre H et I.

☞ A partir des liaisons entre les C.I U2B et U2A et des signaux TST et TX nommer le type d'association des C.I U2B et U2A.

☞ En utilisant la doc. constructeur de la famille HEF4000B, donner :

- La valeur minimale et le sens de circulation de l'intensité de courant, en PT2, pour un NL0 et NL1 en sortie des C.I U2B et U2A.
- En déduire la raison d'une telle association vis-à-vis du courant absorbé, en PT2, par le transducteur.

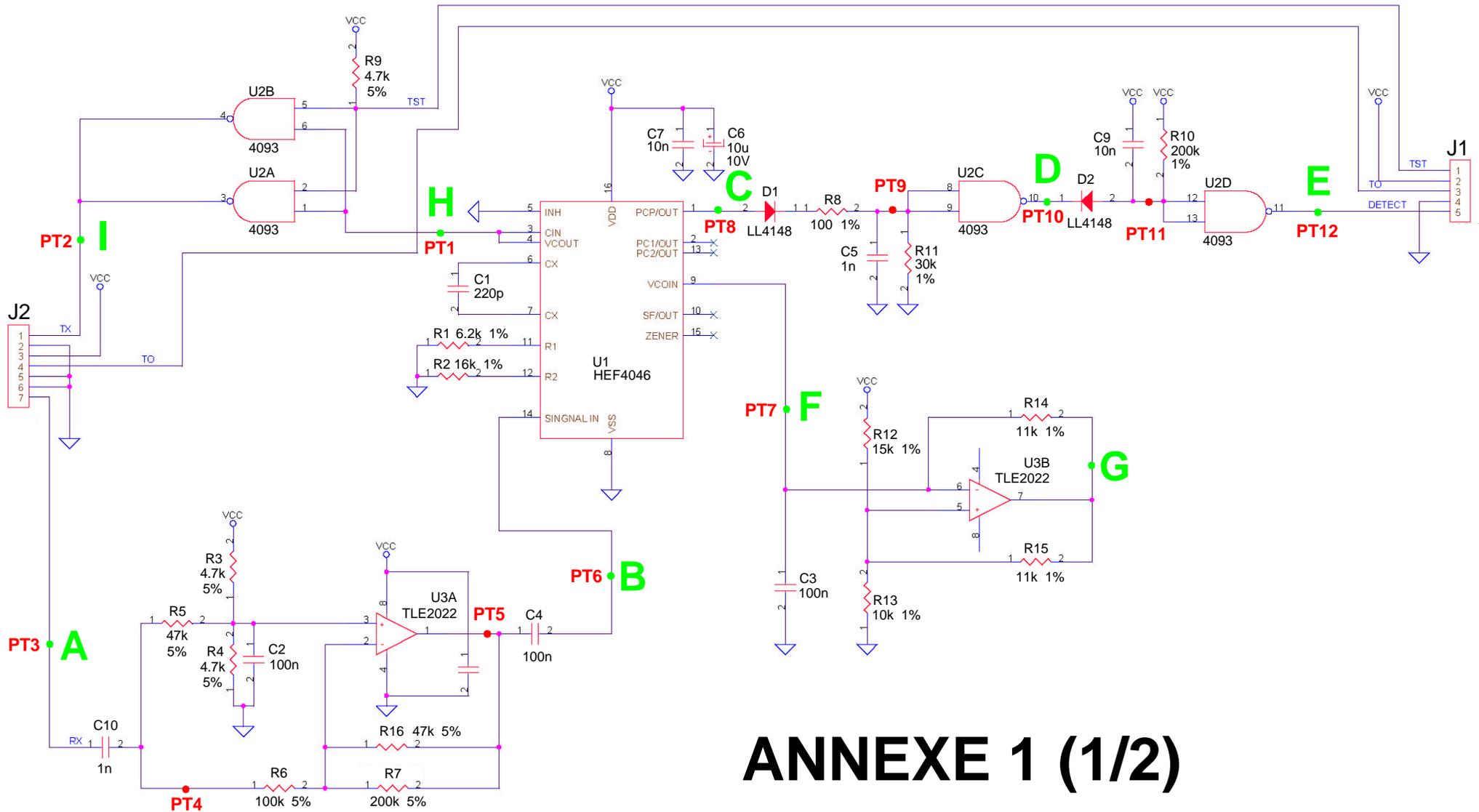
☞ Enoncer le rôle de la résistance  $R_9$ .

☞ Déterminer l'équation logique liant TX, TST et le signal H (broche n°3,4 du C.I U1). En déduire le NL du signal TST nécessaire pour détecter une bulle d'air.

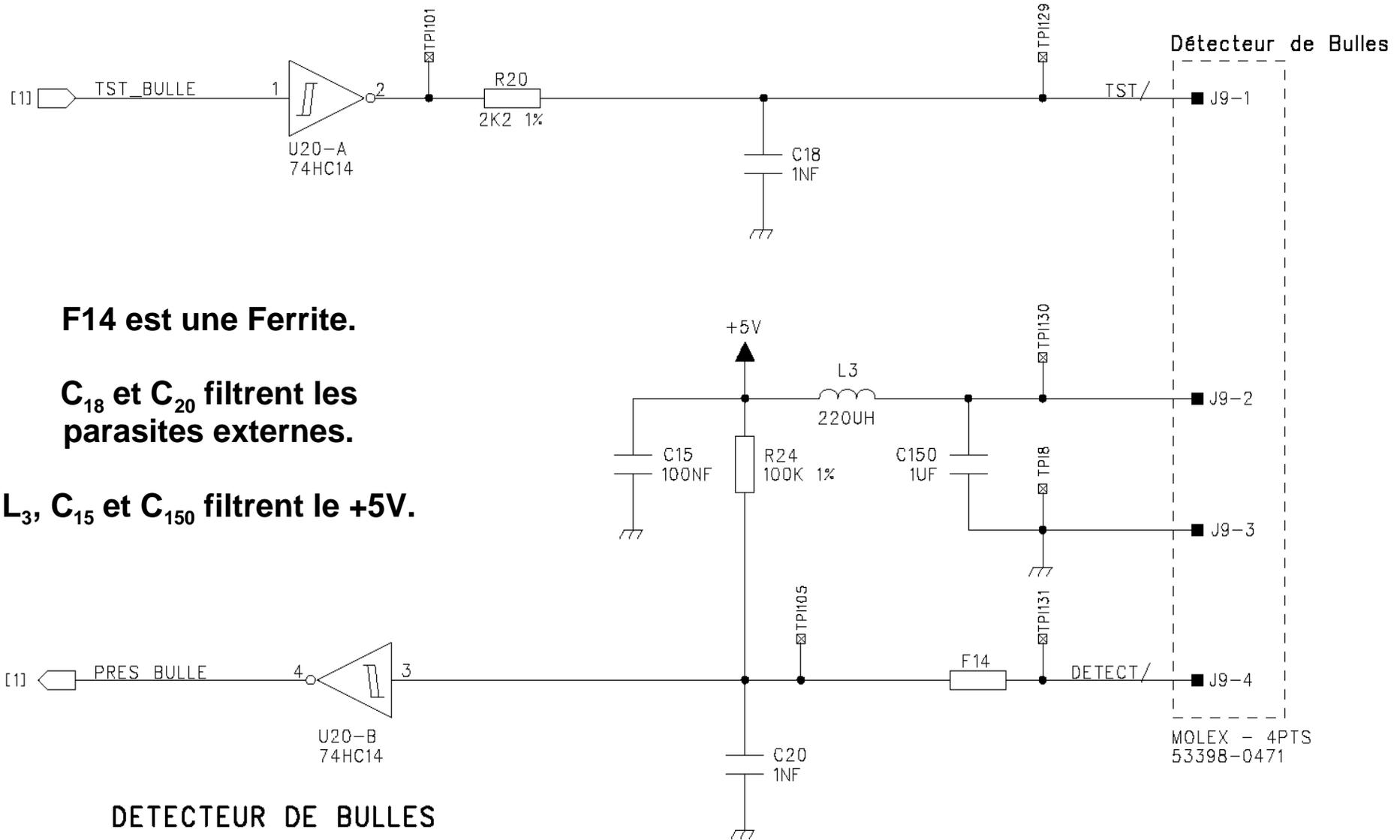
☞ A partir de l'analyse fonctionnelle, en ANNEXE 4, donner l'expression de la fonction réalisée par la structure entre H et I.

☞ Identifier le repérage **FS3.X** associé.

# OPTIMA MS



# ANNEXE 1 (1/2)



**F14 est une Ferrite.**

**C<sub>18</sub> et C<sub>20</sub> filtrent les parasites externes.**

**L<sub>3</sub>, C<sub>15</sub> et C<sub>150</sub> filtrent le +5V.**

**DETECTEUR DE BULLES**

MOLEX - 4PTS  
53398-0471

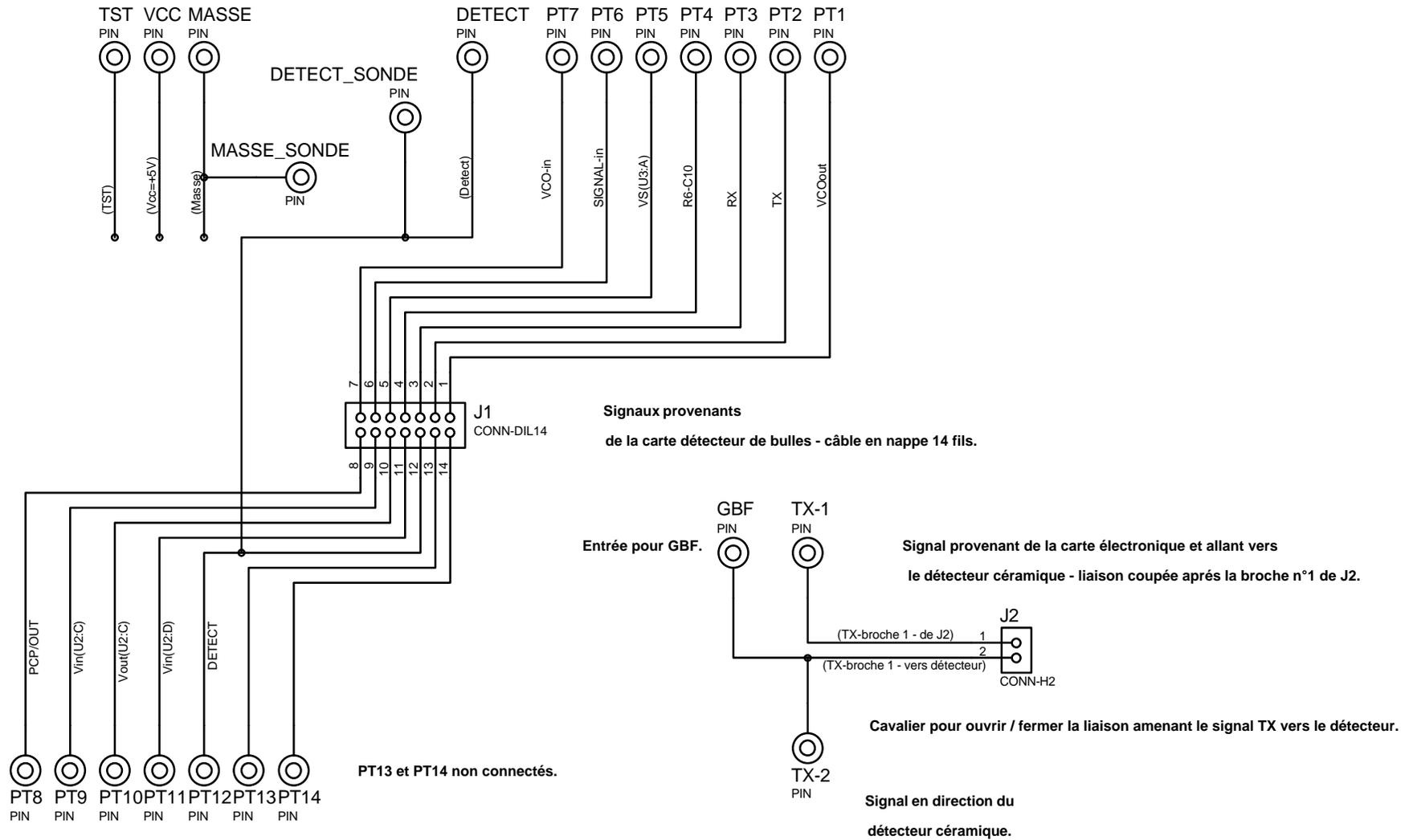
# OPTIMA MS



## ANNEXE 2 (1/3) – Carte connectique.

Signaux provenant

d'une alimentation stabilisée (5V - 0V) - TST à positionner au NL1.

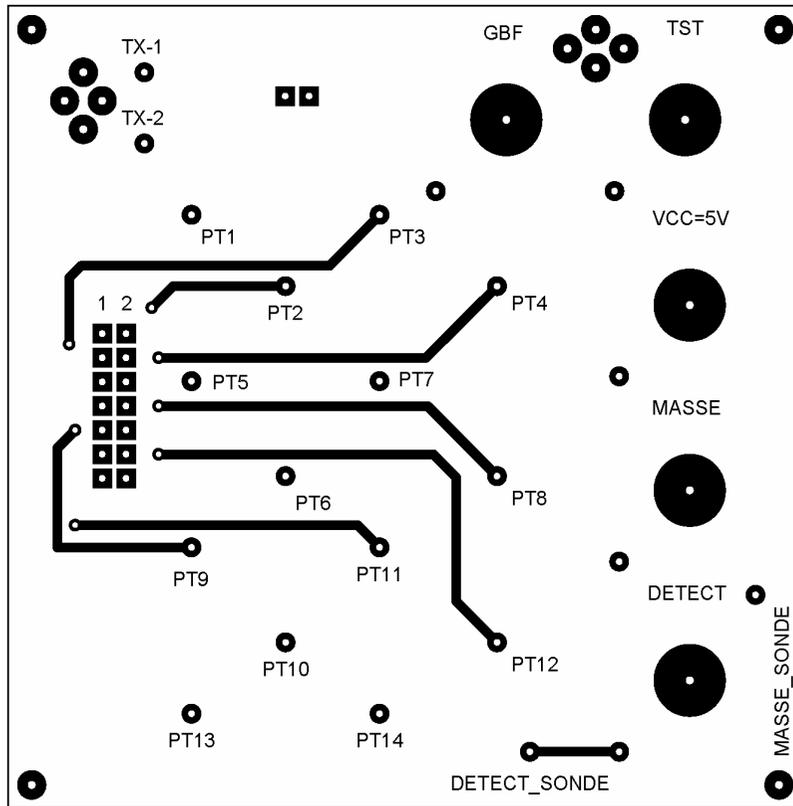


OPTIMA MS

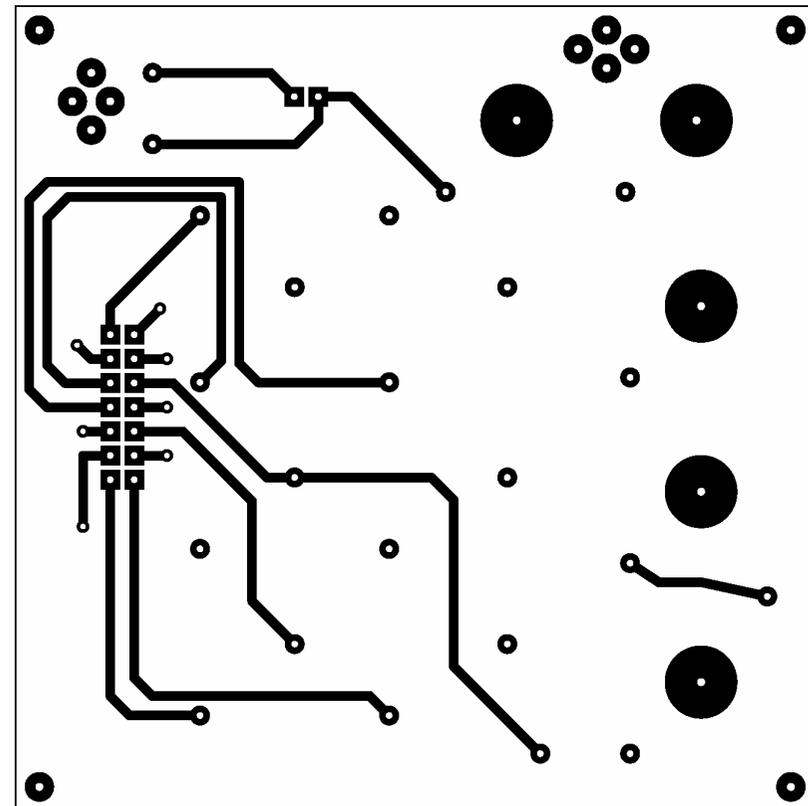
ANNEXE 2 (2/3) – Carte connectique - Typon.



Coté composants.



Coté cuivre.







ANNEXE 4 – Schéma fonctionnel partiel de degré 2 de FP3.

