SPECTROSCOPIE DE RMN

ANNEXE

| 1. | Constantes physiques et de matériaux | 2 |
|----|--------------------------------------|------|
| 2 | Dipôle magnétique | 2 |
| 3 | Formulaire | 2 |
| 4. | Ligne de transmission | 2 |
| 5. | Transformée de Fourier discrète | 2 |
| 6 | Récepteur de signaux RMN | 3 |
| 7 | Sonde | 8 |
| 8. | Amplificateur de puissance | . 10 |
| 9. | Carte de contrôle | . 15 |

SPECTROSCOPIE DE RMN

ANNEXE

1. Constantes physiques et de matériaux

$$\begin{split} k &= 1,38.10^{-23} \text{ J.K}^{-1} \text{ ; constante de Boltzmann} \\ \mu_0 &= 4\pi 10^{-7} \text{ H.m}^{-1} \text{ ; perméabilité du vide} \\ \rho &= 1,72.10^{-8} \Omega \text{.m} \text{ ; résistivité du cuivre} \\ \epsilon_r &= 2,1 \text{ ; permittivité du Téflon} \end{split}$$

Rapports gyromagnétiques

| Elément | 1H | 19F | 31P | 13C |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| $\gamma/2\pi$ / MHz.T ⁻¹ | 42,58 | 40,08 | 17,25 | 10,71 |

2. Dipôle magnétique



3. Formulaire

$$\int \frac{dx}{\left(x^2 + a^2\right)^{1/2}} = \ln \left|x + \left(x^2 + a^2\right)^{1/2}\right| + c \quad ; \quad \int \frac{dx}{\left(x^2 + a^2\right)^{3/2}} = \frac{x}{a^2} \frac{1}{\left(x^2 + a^2\right)^{1/2}} + c$$

4. Ligne de transmission

Impédance à l'entrée d'un tronçon de ligne de longueur l, chargée par \mathbf{Z}_L et de résistance caractéristique Rc :

 $Zin = Rc \frac{Z_L + jRc \tan\beta l}{Rc + jZ_L \tan\beta l}$

5. Transformée de Fourier discrète

 $\text{TFD}[\underline{x}(n)] = \underline{X}(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \underline{x}(n) \cdot e^{-j2\pi k n/N} \text{ avec } n = 0..\text{N-1 points temporels} \\ \text{et} \quad k = 0..\text{N-1 points fréquentiels}$

6. Récepteur de signaux RMN



Figure 1 : Schéma-bloc du récepteur avec aiguillage des signaux







Figure 3 : Commutation 'T/R Hotswitch'















Figures 7 : a) Gain et Figure de bruit du préamplificateurb) Gain et Figure de bruit globaux du récepteur



7. Sonde



- T1 : ligne en court-circuit (Rc = 32 Ω , 1 < $\lambda/4$)
- C2 : condensateur variable 1,5..45 pF Jennings (voir doc.)
- C2 et T1 règlent l'accord des circuits aux fréquences souhaitées
- L4 et C4 adaptent les entrées à 50 Ω
- $L2\,/\,C1$ bloque $f_{1H}\,en\,XX$ in
- Cp est une capacité parasite





On réalise deux simulations AC, activation de V1h puis Vx (FEM = 2 V)

Figure 10 : Schéma de simulation de la sonde



Figure 11a : Résultat de simulation avec Vx = 0



Figure 11b : Résultat de simulation avec V1h = 0

8. Amplificateur de puissance



Rc : résistance caractéristique des lignes $\theta = \beta 1$: longueur électrique des lignes Tous les V et I sont complexes

On rappelle qu'à l'entrée d'une ligne simple de longueur θ chargée par R_L on a : $V_I = V_L \cos\theta + j \ Rc \ I_L \sin\theta$ $I_I = I_L \cos\theta + j \ (V_L / Rc) \sin\theta$

Figure 12 : Transformateur TR301

```
!Device: HMC284MS8G, DC-3.5 GHz SPDT Non-Reflective Switch in 8-lead
Grounded Base MSOP Package
!Misc: Room Temp, Port1=RFC, Port2=RF1, Port3=RF2, RF1 ON, Vdc=+5V
# MHZ S MA R 50
407.15
          0.034
                 22.006
                             0.948
                                    -0.557
                                                6.927e-3 23.866
          0.948
                -0.627
                             0.039 22.881
                                                6.587e-3 36.272
          7.021e-3
                   23.653
                             6.681e-3 35.899
                                                0.331 -70.955
```

Note : les paramètres Sij (Module Argument) sont classés dans l'ordre matriciel

Figure 13 : Extrait des paramètres S de SW2



Figure 14 : Schéma structurel de l'amplificateur de puissance

| Annexe | |
|--------|--|
|--------|--|



Figure 14a : Schéma structurel de l'amplificateur de puissance (détail)

| Annexe DA 12/20 | Annexe | DA 12/20 |
|-----------------|--------|----------|
|-----------------|--------|----------|



Figure 14b : Schéma structurel de l'amplificateur de puissance (détail)



Figure 14c : Schéma structurel de l'amplificateur de puissance (détail)

9. Carte de contrôle

Cette carte contrôle les amplificateurs de puissance des deux canaux. Les sources d'erreurs entraînant un défaut sont :

- arrêt d'un ventilateur (FAN)

- dérive d'une tension d'alimentation (SUPPLY)
- température d'un radiateur trop élevée (TEMP)

- pic de signal en sortie de l'amplificateur (OVERDRV) ou réflexion trop élevée (MISM)

- dépassement par rapport à la consigne de la durée de l'impulsion (PW) ou du rapport cyclique (CYCL)

Les défauts sont gérés par le PLD en quasi autonomie. Chaque défaut y est écrit dans un registre qui peut être accédé en lecture par le microcontrôleur (MCU). Lors d'un défaut, le PLD force le blanking (BLK OUT) de l'amplificateur incriminé et génère une interruption au MCU.

Une console déportée permet de paramétrer la carte et de visualiser les défauts via la liaison RS485.

TEMP

La température d'un radiateur est lue par le MCU via le bus I2C. En cas de dépassement le MCU envoie la valeur dans le registre correspondant du PLD qui va générer l'erreur. L'amplificateur est inhibé et le MCU reçoit une demande d'interruption afin de réinitialiser le registre du PLD dès que la température repasse sous le seuil autorisé.

OVERDRV et MISM

En sortie de l'amplificateur est inséré un coupleur directif à deux voies afin de prélever une partie de la puissance incidente (FORWARD) et une partie de la puissance réfléchie (REFLECTED). Un détecteur à diode applique une tension continue proportionnelle à l'amplitude de la tension RF au CAN correspondant.

On rappelle que la durée de l'impulsion RF peut varier de 100 μs à 500 ms avec des fronts inférieurs à 100 ns.

Le DSP (MAC&PEAK) calcule une image de la puissance « instantanée » en accumulant dans un buffer circulaire les échantillons correspondant à une durée de 3 ms. Ce buffer est actualisé toutes les 100 μ s.



Figure 15 : Schéma bloc de la carte de contrôle



Figure 16 : Acquisition de la température

PULSE TP81 ADC_CLK TP82 ADC_IN TP83



-VEE = VDD = 15 V





Figure 17a : Acquisition de la puissance (détail)



Figure 17b : Acquisition de la puissance (détail)



Figure 17c : Acquisition de la puissance (détail)

Annexe