

ETUDE DES PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES DANS UN TRANSREACTEUR DE MESURE

Kamel SAOUDI¹, Mohamed REZKI^{1,2}

¹ Département des Sciences Techniques, Université de Bouira (10000), Algérie

² Laboratoire d'Innovation des systèmes et Produits Industriels- IPSIL- Sis à l'ENP D'ORAN (31000), Algérie med_rezki@yahoo.fr

Résumé— On peut définir la comptabilité électromagnétique comme étant l'habilité des appareils électroniques et électriques à travailler dans un installation environnante sans être altéré par les interférences électromagnétiques avec cette installation [1][2][3]. Mais l'étude en général des transformateurs et transréacteurs du point de vue comptabilité électromagnétique manque cruellement dans la littérature, ceci est dû partiellement au problème de saturation qui les caractérise [4]. Il existe encore un autre point qui nous semble important aussi c'est que l'étude du transfert des perturbations à partir des circuits primaires vers les circuits secondaires des transréacteurs de mesure résulte aux moins de deux raisons :

- Premièrement l'existence des différents genres des perturbations dans les circuits primaires.
- Deuxièmement, le travail des dispositifs susceptibles aux perturbations dans les circuits secondaires.

Notre travail sert à combler un petit peu ce manque, en effet il s'agit d'étudier le phénomène de transfert des perturbations du circuit primaire vers le secondaire d'un transréacteur de mesure en comportant les différents modes du couplage ((MC-mc, MC-md, MD- mc, MD-md). A travers ce travail expérimental et par simulation, on a pu déterminer les bandes de fréquences les plus susceptibles à être bruité ainsi que le mode de couplage le plus néfaste. D'où le grand intérêt de ce travail.

Abstract- We can define the electromagnetic compatibility as the ability of power electronics and electrical installation to work in an environment without being altered by electromagnetic interference with this installation [1] [2] [3]. But the study in general of transformers and transreactors through the electromagnetic compatibility is sorely lacking in the literature, this is partly due to the saturation problem that characterizes [4]. There is still another point that seems important also is that the study of the transfer of perturbations from the primary circuit to the secondary circuits of the measurement result to transreactors least two reasons:

- First the existence of different kinds of disturbances in the primary circuits.
 - Second, the work of the devices susceptible to disruptions in the secondary circuits.
- Our contribution is to fill this gap a little, in fact it is to study the phenomenon of transfer of perturbations of the primary circuit to the secondary of a transreactor measurement with different modes of coupling ((MC-mc, MC-MD, MD-mc, MD-R). through this experimental work and simulation, it was determined the frequency bands that are most likely to be noisy and the method of coupling the most harmful. Hence the great interest of this work.

Nomenclature:

f : Fréquence

G : Générateur

\bar{I}_1 : Le courant primaire

\bar{I}_2, \bar{U}_2 : Le courant et la tension secondaire

$\bar{I}_{\mu p}$: Le courant magnétique dans l'entrefer.

$\bar{I}_{\mu Fe}$: Le courant magnétique dans la partie ferromagnétique du circuit magnétique.

$\bar{I}_{\mu p}$: Le courant magnétique dans l'entrefer.

$\bar{I}_{\mu Fe}$: Le courant magnétique dans la partie ferromagnétique du circuit magnétique.

K_T : Coefficient du transfert des perturbations du circuit primaire vers le circuit secondaire du transréacteur de mesure

Mc : Mode commun

Md : Mode différentiel

Osc : oscilloscope

R : Résistance Ri : résistance interne

U_p : valeur maximale du signal de la sortie.

U_s : valeur maximale du signal d'entrée.

$\bar{Z}_{u1}, \bar{Z}_{u2}$: Impédance de l'enroulement primaire et secondaire

$\bar{Z}_{\mu p}, \bar{Z}_{\mu Fe}$: Impédance magnétique de l'entrefer et de la partie ferromagnétique du circuit magnétique.

\bar{Z} : Impédance de la charge.

1. INTRODUCTION

Les transréacteurs sont des transducteurs de mesure de courant qui se différencient des transducteurs classiques de courant par la transformation du courant primaire, c'est-à-dire le courant primaire n'est pas proportionnel au courant secondaire comme dans le cas des transformateurs de courant mais il est proportionnel à la tension secondaire. Les transformateurs usuels du courant sont utilisés généralement pour protection et pour les intensités fortes [5][6].

La construction d'un transréacteur se compose d'un enroulement primaire ou d'une barre, de l'enroulement secondaire (grand nombre de spires) et d'un circuit magnétique linéaire. La linéarité du circuit magnétique est obtenue par l'application des plusieurs entrefers.

L'impédance des branches magnétiques (entrefer et la partie ferromagnétique) est très petite par rapport à l'impédance de la charge, donc les transréacteurs de mesure peuvent être traités comme des transformateurs qui travaillent en état proche à l'état à vide.

Les transréacteurs placés sont alors en haut potentiel (fig.1.1) et transmettent l'information au courant primaire à l'aide des transducteurs électro-optique et des lignes de lumière.

-l'information au courant primaire peut être transmise à la forme digitale ou analogique [7].

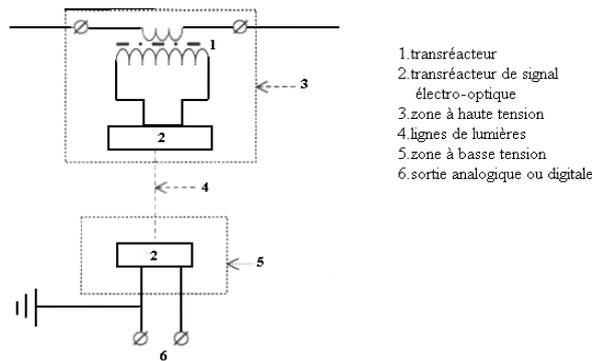


Fig.1.1. Le schéma fonctionnel opto-électronique du transréacteur de courant.

2. SCHEMA EQUIVALENT DE TRANSREACTEUR DE MESURE :

Si le courant primaire est sinusoïdal et possède une fréquence stable, le schéma équivalent de transréacteur sera représenté par la (fig. 2.1).

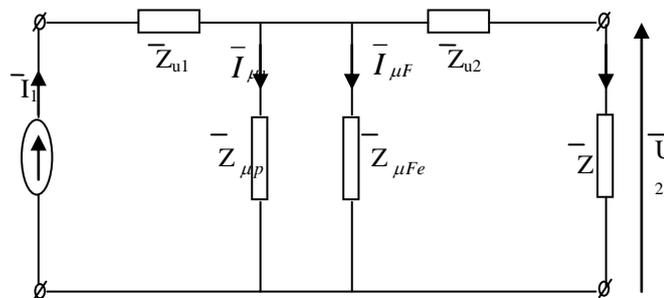


Figure 2.1. Le schéma équivalent général d'un transréacteur de mesure

Toutes les grandeurs qui sont présentées dans le schéma (Figure 2.1) sont rapportées au côté secondaire :

\bar{I}_1 : Le courant primaire

\bar{I}_2, \bar{U}_2 : Le courant et la tension secondaire

\bar{Z}_{u1} , \bar{Z}_{u2} : Impédance de l'enroulement primaire et secondaire

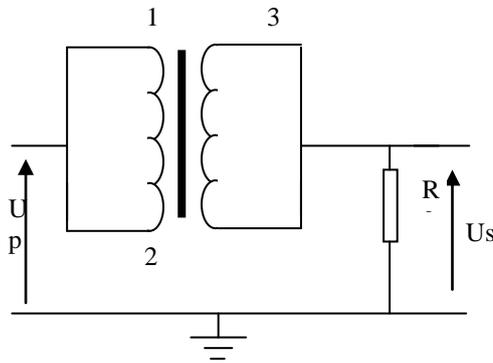
$\bar{Z}_{\mu p}$, $\bar{Z}_{\mu Fe}$: Impédance magnétique de l'entrefer et de la partie ferromagnétique du circuit magnétique.

$\bar{I}_{\mu p}$: Le courant magnétique dans l'entrefer.

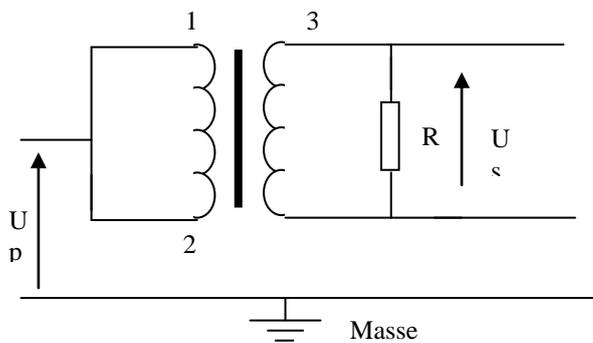
$\bar{I}_{\mu Fe}$: Le courant magnétique dans la partie ferromagnétique du circuit magnétique.

\bar{Z} : Impédance de la charge.

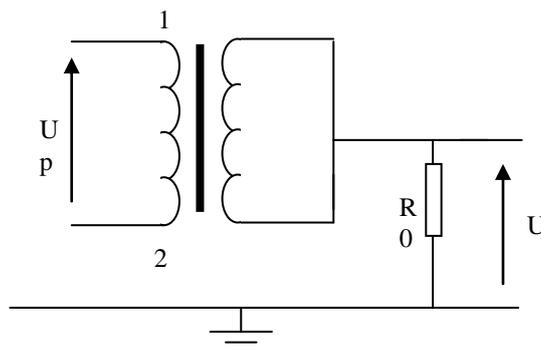
2.1 Différents modes du couplage du Transréacteur :



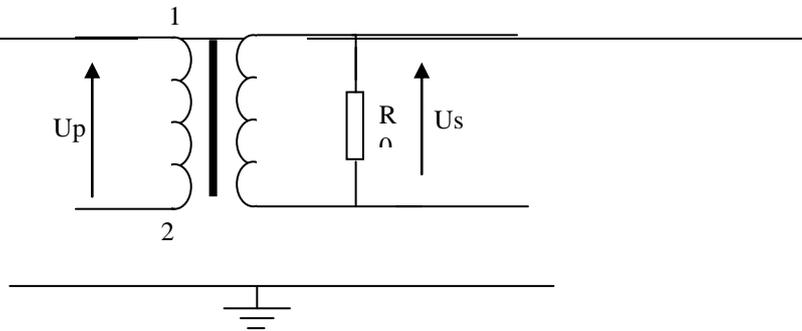
Couplage MC-mc (mode commun-mode commun)



Couplage MC-md (mode commun-mode différentiel)



Couplage MD-mc (mode différentiel-mode commun)



Couplage MD-md (mode différentiel- mode différentiel)

Figure 2.2 : Différents modes du couplage U_p : valeur maximale du signal de la sortie.

U_s : valeur maximale du signal d'entrée.

3. EXPERIMENTATION

3.1 Principe et description des mesures:

Les mesures du transfert des perturbations sont faites pour les quatre couplages : MC-mc, MC-md, MD-md, MD-mc.

Ces signaux parasites sont mesurés à l'aide d'un oscilloscope numérique, en tenant compte que les circuits de mesure sont normalisés par des valeurs de résistances 50Ω .

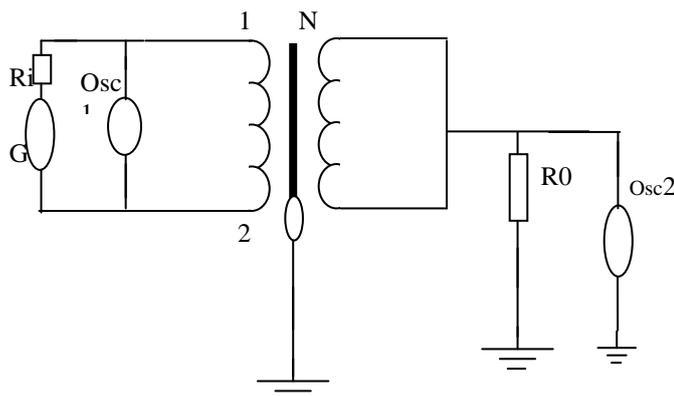
Ces résultats sont donnés sous la forme :

$$U_p = F(f), \quad U_s = F(f)$$

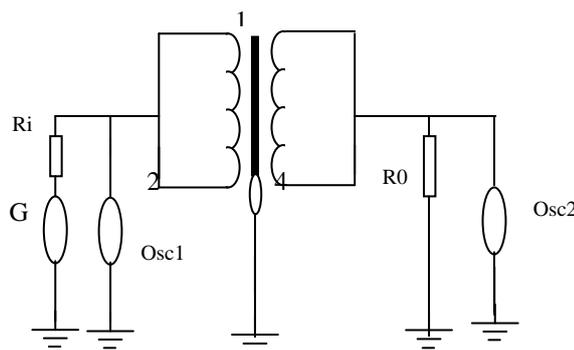
$$K_T = \frac{U_s}{U_p} = F(f).$$

K_T : Coefficient du transfert des perturbations du circuit primaire vers le circuit secondaire du transréacteur de mesure

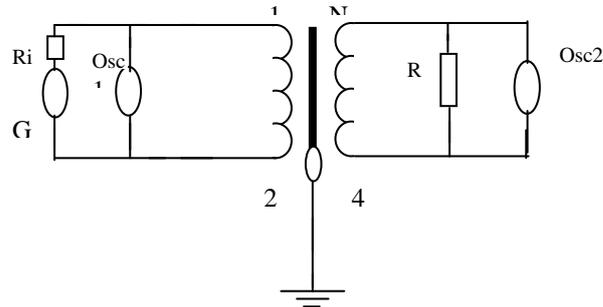
Les dispositions de mesure du transfert des perturbations pour les quatre couplages sont présentées par les figures suivantes:



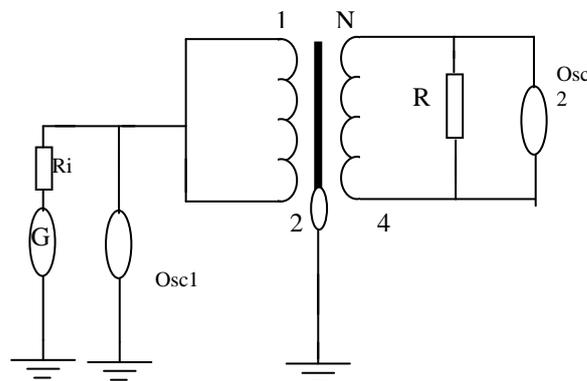
A. Dispositif de mesure MD-mc



B. Disposition de mesure MC-mc



C. Disposition de mesure MD-md



D. Dispositif de mesure MC-md

Figure 3.1 : Circuit de mesure pour les différents modes de couplage

Les résultats de mesure sont présentés par les figures (3.2....3.9) , les figures de transfert $K_T = F(f)$ sont obtenus par extraction des mesures U_p et U_s suivis par des simulations avec Matlab.

Couplage MC-mc:

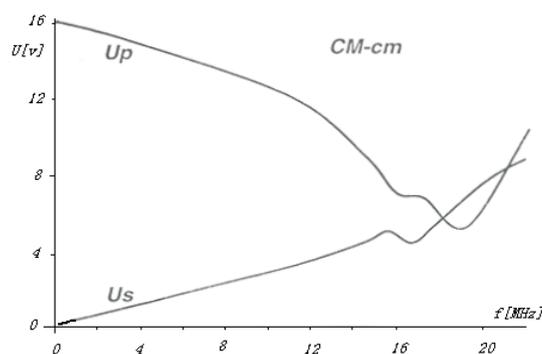


Fig.3.2 . U_p, U_s en fonction de fréquence

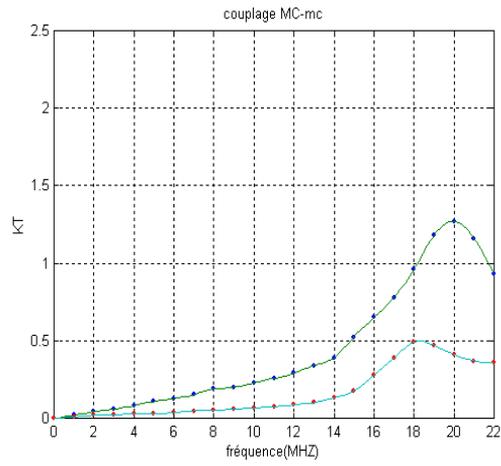


Fig. 3.3 $K_T = F(f)$

Couplage MD-md :

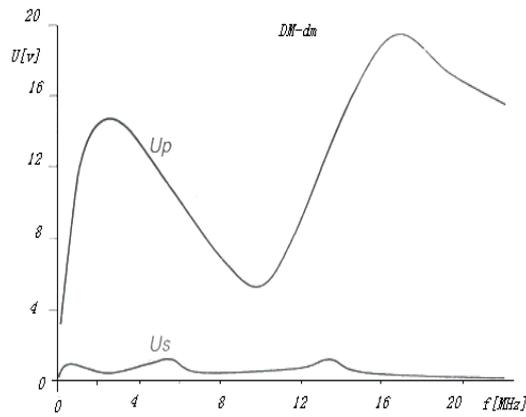


Figure 3.4. U_p, U_s en fonction de fréquence

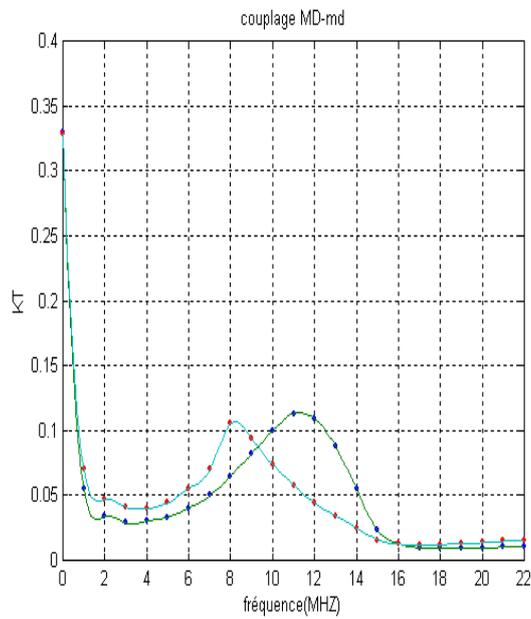


Fig. 3.5. $K_T = F(f)$

Couplage MD-mc :

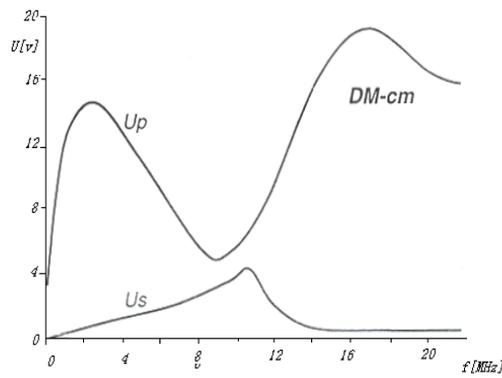


Figure 3.6 Up, Us en fonction de fréquence

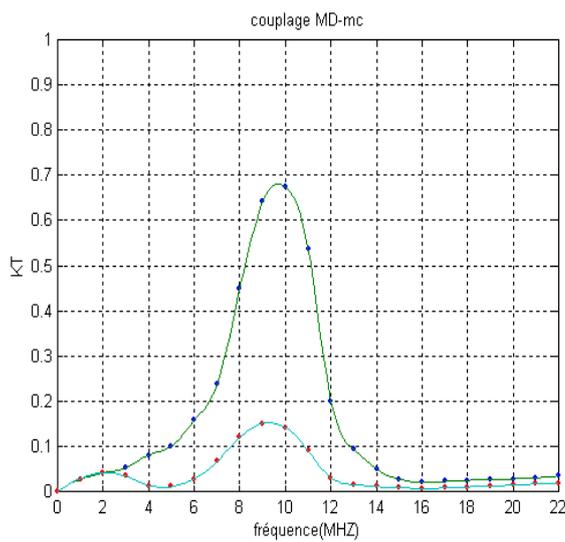


Fig. 3.7 $K_T = F(f)$

Couplage MC-md :

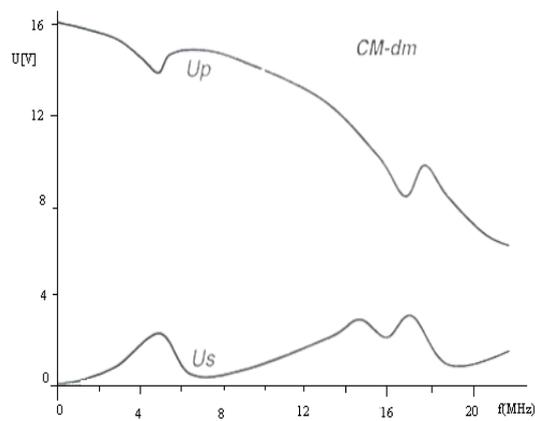


Figure 3.8. Up, Us en fonction de fréquence

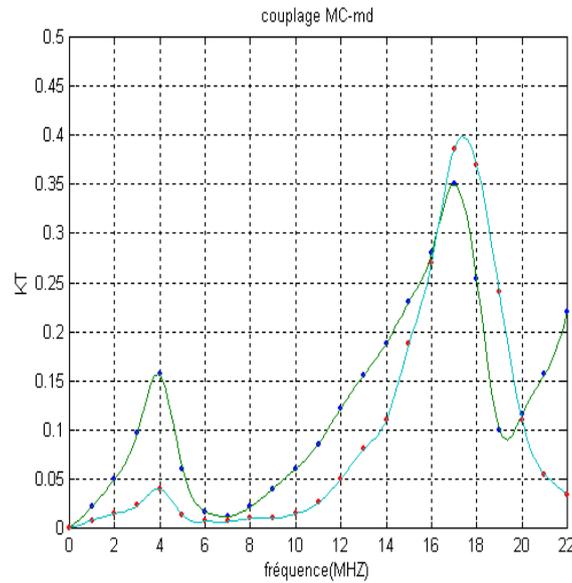


Figure 3.9 $K_T = F(f)$

Tels que :

— 1 Noyau n'est pas lié à la masse (mesure)

— 2 Noyau lié à la masse (mesure)

U_p : tension primaire .

U_s : Tension secondaire.

3-2 Interprétations :

-De la figure 3.3 montrant la variation K_T en fonction de la fréquence f en couplage MC-mc, on voit que la courbe (noyau n'est pas lié à la masse) ne se diffère pas beaucoup avec la courbe pour le cas (noyau lié à la masse) dans l'intervalle $[0 - 8]$ MHz, c.à.d. la différence entre les deux courbes est environ 2 %.

Dans l'intervalle $[8 - 22]$ MHz, les deux courbes pour les deux cas se différencient entre eux.

- La connexion du noyau à la masse n'influe pas sur le transfert des perturbations sur l'intervalle $[0 - 8]$ Mhz en couplage MC-mc.

- En couplage MC-mc, le taux des perturbations le plus grand atteint 130 % [$K_T = 1.3$] pour le cas (noyau n'est pas lié à la masse) et 50 % [$K_T = 0.5$] pour le cas (noyau lié à la masse), ces valeurs représentent que des points de résonance.

– Les perturbations se couplent avec efficacité dans l'intervalle de fréquence $[0 - 18]$ MHz pour les deux cas en couplage MC-mc.

- Selon la figure 3.5 qui montre la variation K_T en fonction de la fréquence f (MHz) en couplage MD-md, on voit que les deux courbes 1,2 s'accordent totalement dans l'intervalle de fréquence $[16 - 22]$ MHz avec un pourcentage de 80 % et dans les intervalles de fréquence $[0 - 8]$ Mhz , $[8 - 16]$ Mhz les deux courbes se différencient entre eux .

- Le taux des perturbations en couplage MD-md le plus grands atteint 11 % [$K_T = 0.11$] pour le cas noyau lié à la masse et 12 % [$K_T = 0.12$] pour le cas noyau n'est pas lié à la masse.

- Selon la figure 3.7 qui montre la variation K_T en fonction de la fréquence f (MHz) en couplage MD-mc, on voit que les deux courbes 1 et 2 s'accordant totalement dans l'intervalle de fréquence [3 – 14] MHz.
- Le taux des perturbations le plus grands au couplage MD-mc atteint 17 % [$K_T = 0.17$] pour le cas noyau lié à la masse et 64 % [$K_T = 0.64$] pour le cas noyau n'est pas lié à la masse.
- Selon la figure 3.9 qui montre la variation K_T en fonction de la fréquence f (MHz) en couplage MC-md, on voit que les deux courbes 1 et 2 s'accordant entre eux avec un pourcentage de 90 % dans toute la bande de fréquence.
- Le taux des perturbations le plus grand en couplage MC-md atteint 44 % [$K_T = 0.44$] pour le cas noyau lié à la masse et 36 % [$K_T = 0.36$] pour le cas du noyau non lié à la masse.

4. Conclusion

Selon les résultats qu'on a obtenus, on peut tirer les points essentiels de ce travail:

- Les mesures montrent que les inductances d'extrémités provoquent par efficacité l'apparition du phénomène de résonance.
- Le mode de couplage MC-mc est le plus important parce que dans ce couplage les perturbations se couplent avec efficacité à partir du circuit primaire vers le secondaire du transréacteur de mesure, c'est pourquoi on prend en considération la simulation du transfert des perturbations seulement pour ce couplage.
- Selon la simulation, on affirme que :
La simulation des transréacteurs de mesure en générale est valable sur la bande fréquence [0-15] MHz en couplage MC-mc pour les deux cas (noyau lié et non lié à la masse).

5. REFERENCES

- [1] Peter Walter: Specifying adjustable frequency drives for electromagnetic compatibility; World Pumps, (2005), p.28.
- [2] Technique de l'ingénieur, D4 Tome 2, pp. 3-8.
- [3] OLIVIER Maurice : Cours- Introduction à la compatibilité électromagnétique des systèmes embarqués et des télécommunications, (2005), pp.2-4.
- [4] A.Wiszniewski and al. : Correction of Current Transformer Transient, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol.23 ,NO.2 , April 2008, 624-625.
- [5] J.F.Adami and al.: The use of Current Transformers for noise detection due to sparking in insulators strings in high voltage transmission lines, IEEE, (2010), 57-60.
- [6] Jae Kap Jung and al.: In-situ measurement of the current transformer burden in a current transformer testing system using a shunt resistor, Science Direct, Measurement 40, (2007) 876-882.
- [7] H.MANA : Transfert des perturbations par les transréacteurs de mesure, Thèse de doctorat, Université de LODZ, 1998.