

Dérive en température d'un capteur GMI off diagonal : comparaison entre expérimentation et modèle théorique

Papa Silly TRAORE^{a,*}, Pape Abdoulaye FAM^a

^aEcole Supérieure Polytechnique (ESP), Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal

RESUME - Ce travail traite de la comparaison entre la mesure de la dérive de température d'un capteur GMI numérique en configuration off diagonal et son modèle théorique. Dans des travaux récents, les équations de la matrice des éléments de détection GMI ont été étendus afin d'inclure la température. En utilisant une démodulation numérique basée sur un convertisseur numérique abaisseur (DDC), nous avons étudié la dérive de l'offset du capteur GMI en fonction de la température et extrait certaines propriétés, telles que la sensibilité à la température pour différents champs magnétiques de polarisation DC. Comme prévu par la modélisation théorique, les mesures montrent une sensibilité à la température quasi nulle pour un champ magnétique de polarisation quasi nul, ce qui pourrait ouvrir les portes de l'utilisation des capteurs GMI pour une large gamme d'applications réelles.

Mots-clés— Off-diagonal, dérive en température, sensibilité

1. INTRODUCTION

La magnéto-impédance géante (GMI) dans un fil amorphe est défini par une grande variation de l'impédance d'un conducteur magnétique, parcouru par un courant d'excitation haute fréquence et soumis à un champ magnétique externe. Par conséquent, les matériaux GMI semblent être de bons candidats pour la conception de capteurs magnétiques et de magnétomètres à haute sensibilité. Actuellement, seules des applications limitées ont été consacrées aux capteurs GMI en raison de leur dépendance à la température, ne permettant pas au capteur de fonctionner dans un environnement réel. L'idée derrière ce travail est d'étudier la dérive en température d'un capteur GMI. Nous détaillerons la configuration de la mesure et comparerons les résultats à notre modélisation théorique [1].

2. DESCRIPTION DE LA CHAÎNE DE MESURE

La chaîne de mesure proposée est basée sur une approche de conditionnement électronique nouvellement développée basée sur un convertisseur numérique abaisseur (DDC). Dans ce concept, la tension aux bornes de l'élément GMI est numérisée avant d'être transmise au DDC pour une démodulation numérique en quadrature. La sortie du capteur GMI est collectée par un système d'acquisition programmé sur l'Arduino Mega afin de suivre la dépendance de la sortie du capteur par rapport à la température. Les mesures sont réalisées dans un environnement non blindé. L'élément GMI en configuration off-diagonal, ainsi qu'un capteur de température nécessaire pour connaître la température ambiante, sont placés dans une boîte recouverte d'une feuille d'aluminium dans laquelle de l'air chaud est soufflé.

3. RESULTATS

La Fig.1 compare la sensibilité à la température expérimentale et théorique, S_T , pour différentes valeurs du champ magnétique de polarisation DC. La forme des deux courbes est similaire.

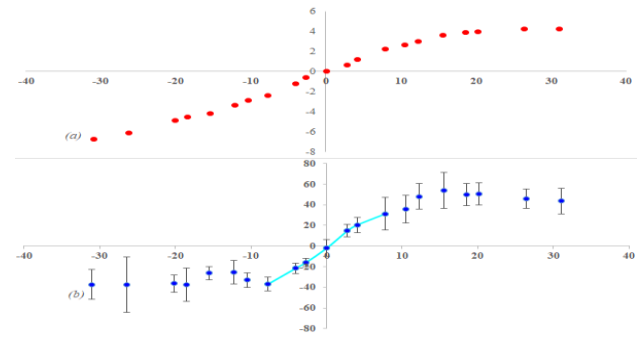


Fig. 1 : sensibilité à la température du GMI en $m\Omega/^\circ C$ en fonction du champ magnétique de polarisation DC en μT , (a) comportement théorique (points rouges) (b) mesure expérimentale (points bleus).

On remarque que la sensibilité théorique à la température dépend de nombreux paramètres [1], comme :

$$S_T = f(\rho[T], \theta_M, M_s[T], H_z, H_\phi) \quad (1)$$

où H_z est le champ magnétique continu, θ_M l'angle de magnétisation, T la température, $\rho[T]$ la résistivité électrique, M_s la magnétisation de saturation, H_ϕ le champ circonférentiel.

Les résultats montrent la dépendance de l'offset du capteur avec la température pour différentes valeurs du champ magnétique de polarisation DC. De plus, nous observons un comportement quasi-linéaire autour du champ magnétique nul. Comme prévu, cela conduit à un champ magnétique de polarisation dc optimal (autour du champ nul) ayant une dérive de température nulle. Ce champ dc optimal conduit à la sensibilité optimale du capteur [2].

4. REFERENCES

- [1] A. Esper, B. Dufay, S. Saez, C. Dolabdjian, "Theoretical and Experimental Investigation of Temperature-Compensated Off-Diagonal GMI Magnetometer and Its Long-Term Stability.", *IEEE Sensors Journal*, 20(16), 9046-9055(2020)
- [2] P. S. Traoré, A. Asfour, J-P.Yonnet, C.Dolabdjian, "Noise Performance of SDR-Based Off-Diagonal GMI Sensors", *IEEE Sensors Journal*, 17(19), 6175-6184(2017)