



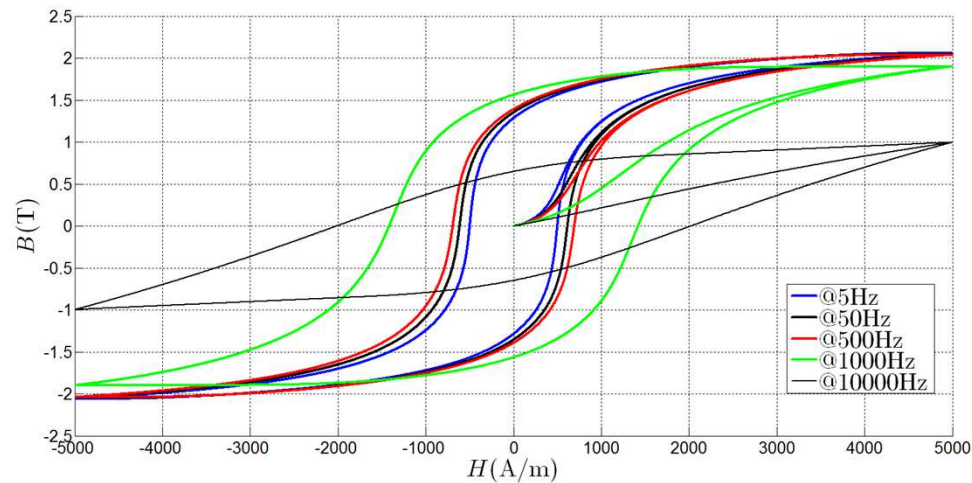
IMPLÉMENTATION D'UNE COMMANDE NON-LINÉAIRE DE TYPE « SANS-MODÈLE » POUR L'ASSERVISSEMENT NUMÉRIQUE D'UN BANC DE CARACTÉRISATION MAGNÉTIQUE

Loïc MICHEL et Afef LEBouc
G2Elab – UMR 5269 CNRS
Grenoble

Journée AlpesVIEW – 4 décembre 2015

BANC DE CARACTERISATION MAGNETIQUE – CADRE EPSTEIN

- Banc qui permet de caractériser les hystérésis des matériaux magnétiques.
- Fonctionne comme un transformateur, pour lequel la *tension primaire* V_1 est pilotée afin d'obtenir *une tension secondaire* V_2 et un *courant primaire* i_H qui sont représentatifs de l'hystérésis.



Exemple d'hystérésis par modèle numérique (Jiles-Atherton).

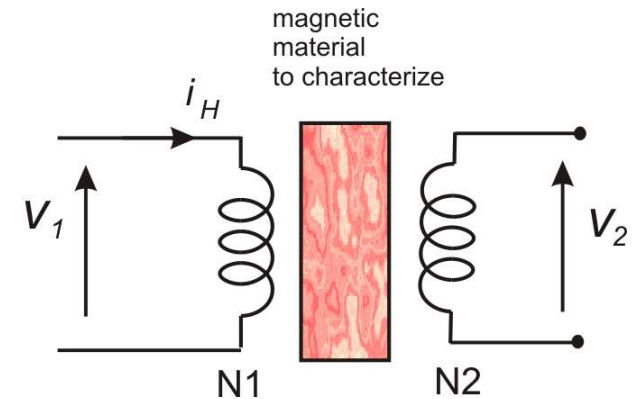


Schéma simplifié du cadre Epstein.

MESURES NORMALISÉES VIA ASSERVISSEMENT EN TENSION

- La caractérisation de l'hystérésis se fait de manière *normalisée*. Pour le cas « sinus » :

Il faut trouver une loi de commande telle que la tension V_1 soit pilotée de manière à imposer la forme de la tension V_2 comme étant proche d'une sinusoïde.

⇒ On se propose d'implémenter une loi de commande « sans-modèle » qui ne nécessite pas de modèle explicite et assure d'intéressantes propriétés dynamiques.

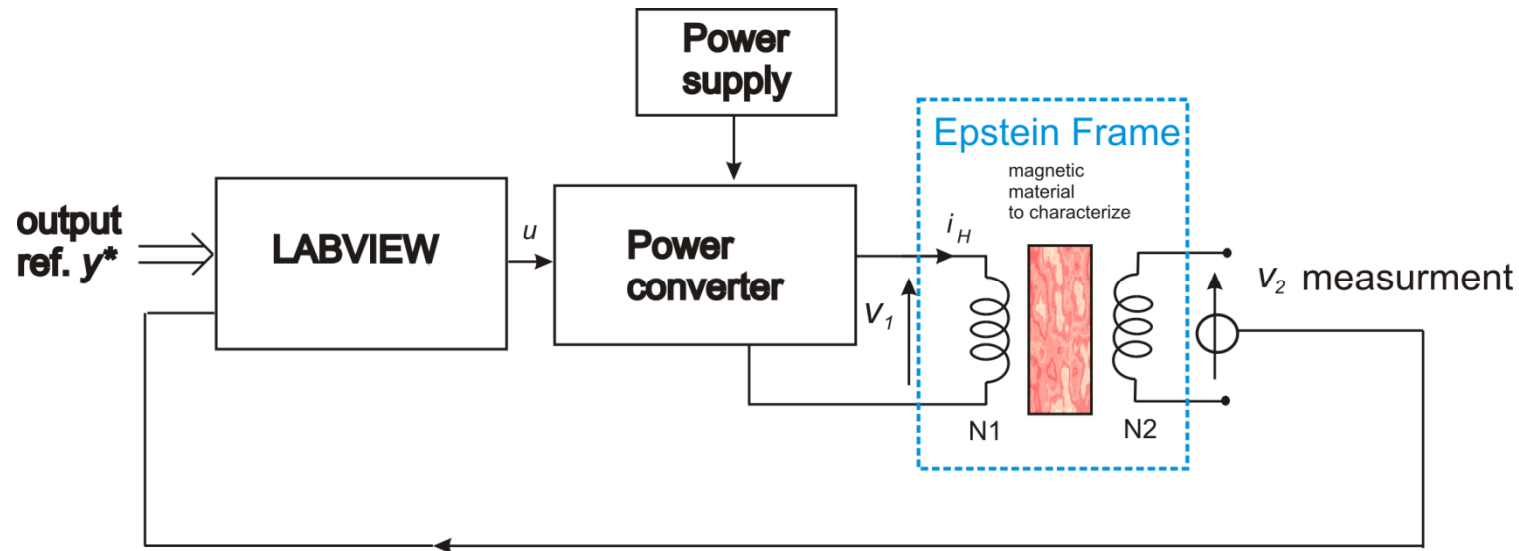
$$u_k = \int_0^t K_i \varepsilon_{k-1} d\tau \Big|_{k-1} \{ u_{k-1} + K_p (\alpha e^{-\beta k} - y_{k-1}) \} \quad (4)$$

où y^* est la trajectoire de référence ; K_p et K_I sont deux gains positifs réels ; $\varepsilon_{k-1} = y_{k-1}^* - y_{k-1}$ est l'erreur de poursuite ; $\alpha e^{-\beta k}$ est une fonction d'initialisation avec les constantes α et β réelles.

Loi de commande « sans-modèle ».

SYNOPTIQUE DU BANC EPSTEIN ASSERVI

- Principe de l'asservissement numérique mis en œuvre :

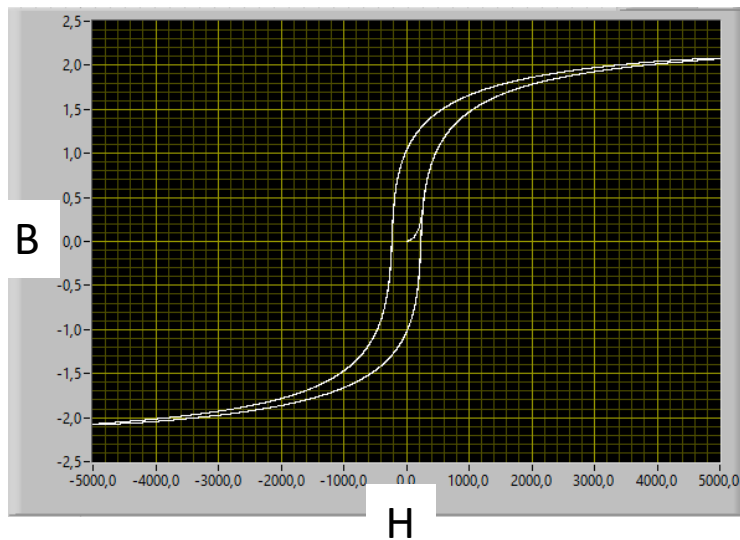


La loi d'asservissement est calculée par le logiciel LabVIEW qui pilote la tension V_1 du banc et mesure la tension V_2 .

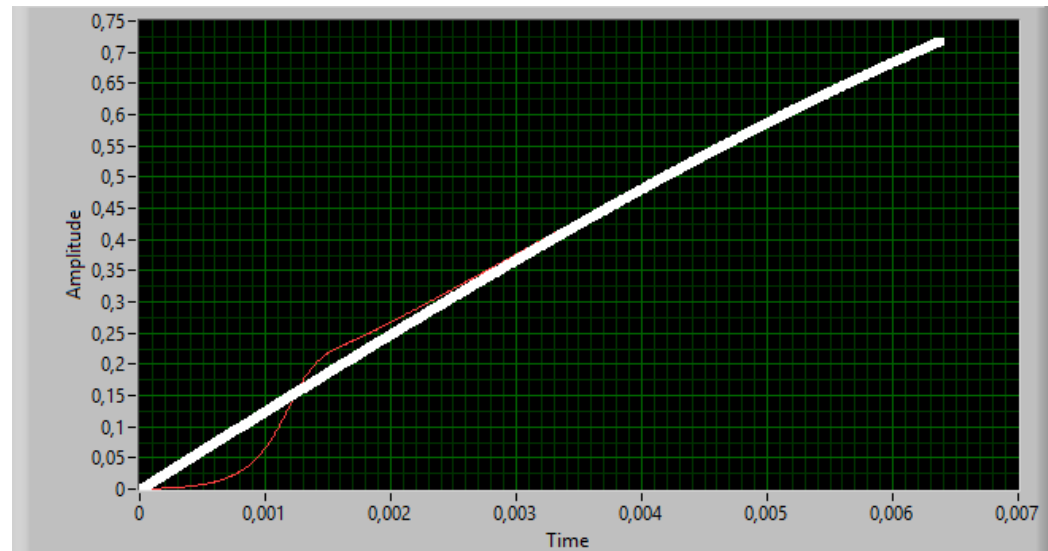
La consigne d'asservissement (output ref. y^) est générée dans LabVIEW.*

RESULTATS DE SIMULATION

- On considère, pour simplifier, que V_2 est l'image de V_1 via le cycle d'hystérésis décrit par le modèle de Jiles-Atherton (JA).



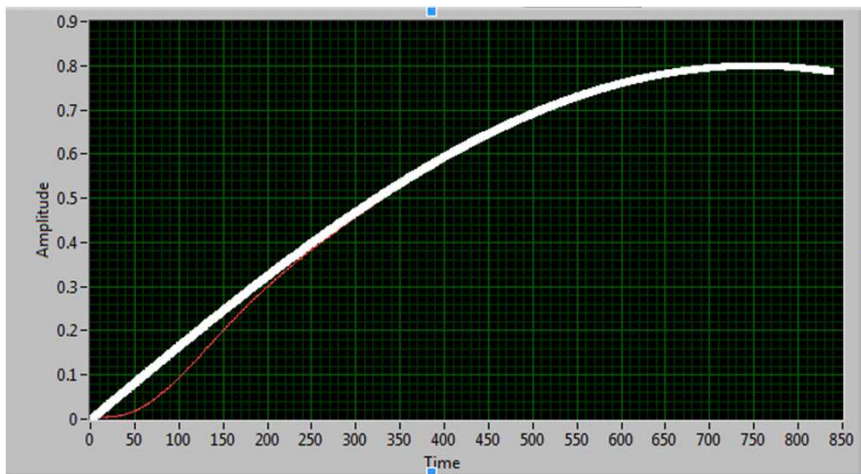
Hystérésis JA simulé.



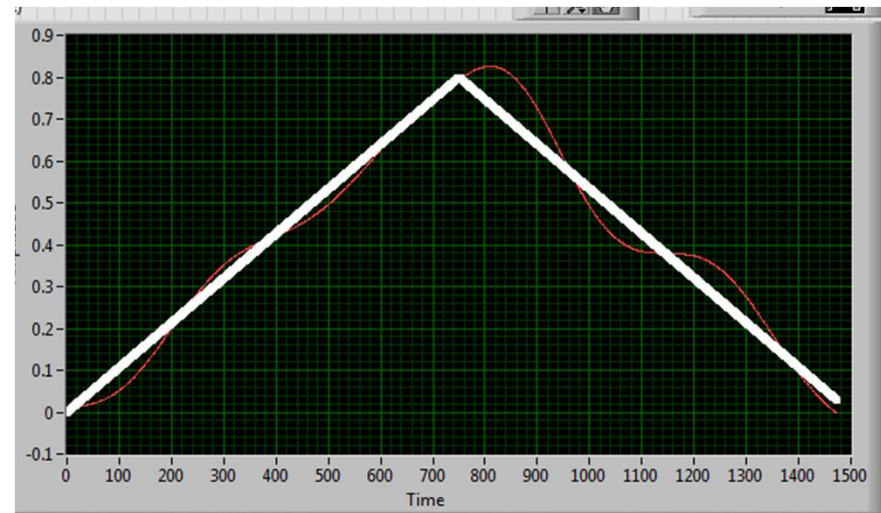
Asservissement de B (rouge) (ordonnée hystérésis) par rapport à un sinus (blanc) et pilotage de H (abscisse hystérésis) par commande « sans-modèle ».

RESULTATS EXPERIMENTAUX

- Résultats préliminaires sur banc avec coefficients de régulation non optimaux (aucun filtrage sur la mesure).



Asservissement de V_2 (rouge) par rapport à un sinus (blanc).



Asservissement de l'intégrale de V_2 (rouge) par rapport à un triangle (blanc).

OBJECTIFS

L'asservissement du banc Epstein doit :

- Être assuré pour différentes formes et fréquences du signal V_2 souhaité
- Être effectué en un temps minimum
- Permettre la mise en place de conditions de sécurité de fonctionnement du banc
- Être assuré également sur V_1 (*problème dual à l'asservissement de V_2*)

CONCLUSION

La commande « sans-modèle » :

- est capable d'asservir des systèmes dynamiques non-linéaires sans connaître le *modèle* du procédé commandé
- Performances dynamiques / robustesse remarquables vis-à-vis du bruit, des perturbations et des dérives du procédé pour un temps de mise au point très court
- ne nécessite pas de modèle numérique explicite (donc pas de linéarisation, contrainte de point de fonctionnement)
- Simplicité de réglage grâce à des règles simples d'ajustement des coeff. de régulation

Pour en savoir plus, voir article arXiv #1202.4707