

Contrôle et test embarqués des systèmes AMS et RF : Utilisation des techniques de régression

R. Khereddine, E. Simeu and S. Mir

Groupe RMS

Laboratoire TIMA

46 Avenue Félix Viallet
38031 Grenoble
France



SEMBA 22 octobre 2009



Plan

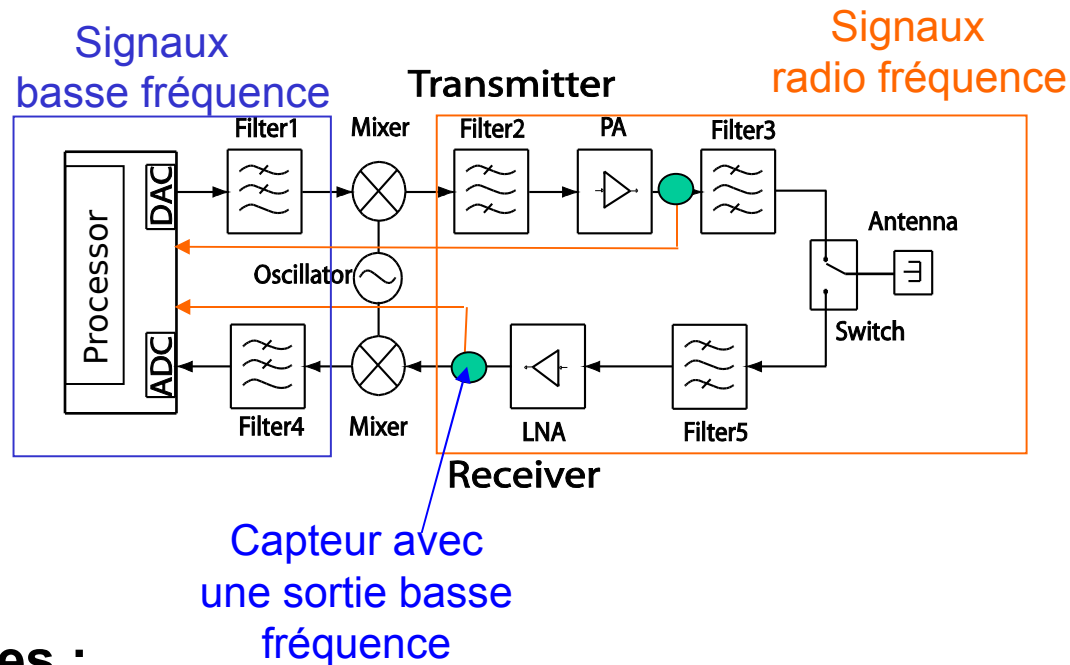
- 1** Introduction au test des systèmes RF
- 2** Identification de paramètres en vue du test/contrôle
- 3** Résultats expérimentaux
- 4** Conclusions et Perspectives

1

Introduction au test des systèmes RF

Le test/contrôle intégré des composants AMS et RF :

- Génération du stimulus par le processeur embarqué
- Traitement de la réponse par le processeur embarqué
- Recours aux capteurs de signaux à basse fréquence (détecteur d'enveloppe, capteur de pique, ...)

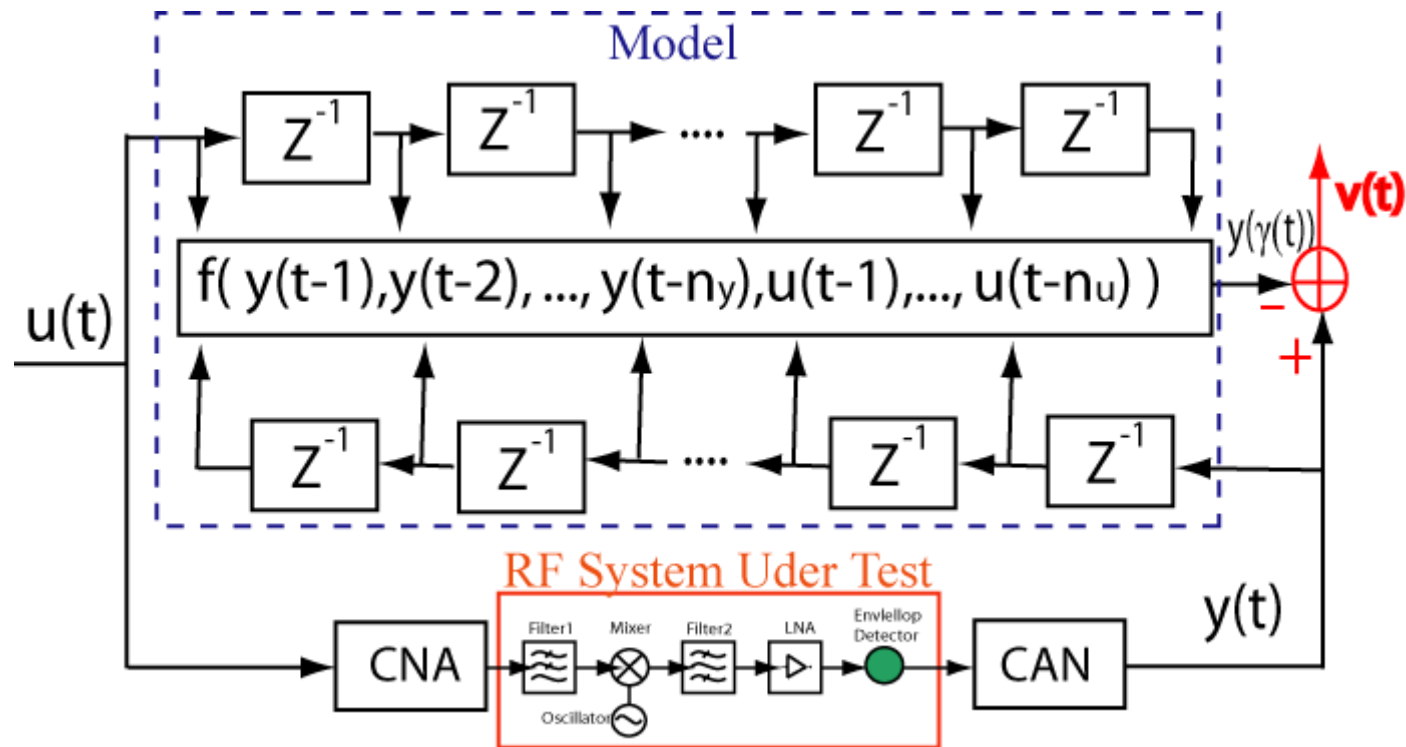


Contraintes :

- Nombre limité de points d'accès au circuit
- Ressources limitées (mémoire, outils de calcul)
- Temps de calcul très limité
- Non linéarités et signaux non adaptés dans la partie RF

2 Identification de paramètres en vue du test/contrôle

Modèle générique du couple entrée/sortie



- f est une fonction non linéaire multivariable quelconque

2 Identification de paramètres en vue du test/contrôle

- Problème : Trouver la structure appropriée pour la fonction $f(\gamma(t))$

Modèle ARX

$$y(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{n_y} a_i y(t-i) + \sum_{i=0}^{n_u} b_i u(t-i) + \varepsilon(t)$$

- Avantages des modèles ARX:

- Simplicité, nombreux résultats théoriques disponibles, estimation des paramètres en utilisant le simple algorithme des moindres carrés.

Modèle NARX

$$y(t) = f(\gamma(t)) + \varepsilon(t)$$

$$\gamma(t) = [y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-n_y), u(t), \dots, u(t-n_u+1)]^T$$

$f(\gamma(t))$ est une fonction non linéaire

- Avantages du modèle NARX :

- Structure générique utilisable pour n'importe quel système dynamique linéaire ou non linéaire

∇ ⇒ Combinaison des deux structures ARX et NARX :

SDARX (Situation Dependent ARX model)

$$y(t) = \phi_0(\gamma(t)) + \sum_{i=1}^{n_y} \phi_i^y(\gamma(t)) y(t-i) + \sum_{i=1}^{n_u} \phi_i^u(\gamma(t)) u(t-i) + v(t)$$

$$\phi_i^\delta(\gamma(t)) = c_{i,\cdot}^\delta + \sum_{k=1}^m c_{i,k}^\delta \exp\left\{-\rho_k^\delta \|\gamma(t) - Z_k^\delta\|\right\}$$

Paramètres linéaires θ_L

Paramètres non linéaires θ_N

2 Identification de paramètres en vue du test et du contrôle

Stratégie de modélisation de systèmes non linéaires pour le test et le contrôle

Structure du modèle

- *Introduction du modèle ARX dépendant de la position (SDARX)*
 - *L'ensemble des paramètres linéaires et*
 - *L'ensemble des paramètres non linéaires*

Identification des paramètres du modèle

- *Combinaison de 2 stratégies d'estimation de paramètres*
 - ➔ *Méthode de Levenberg-Marquardt (LMM) pour l'optimisation des paramètres non linéaires*
 - ➔ *Méthode des moindres carrés (LSM) pour l'estimation des paramètres linéaires récurrents.*

2 Identification de paramètres en vue du

Le test/contrôle phases d'identification pour le test et le contrôle

- **Phase étude**

- Trouver le modèle comportemental nominal du système (la structure et les paramètres du modèle)
- Sélectionner le sous ensemble des paramètres linéaires θ_{test}
- Construire l'équation de régression pour l'utiliser dans le test ou le contrôle

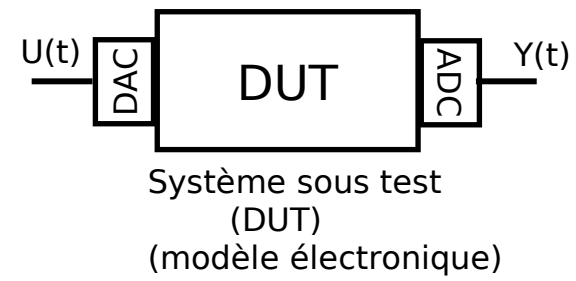
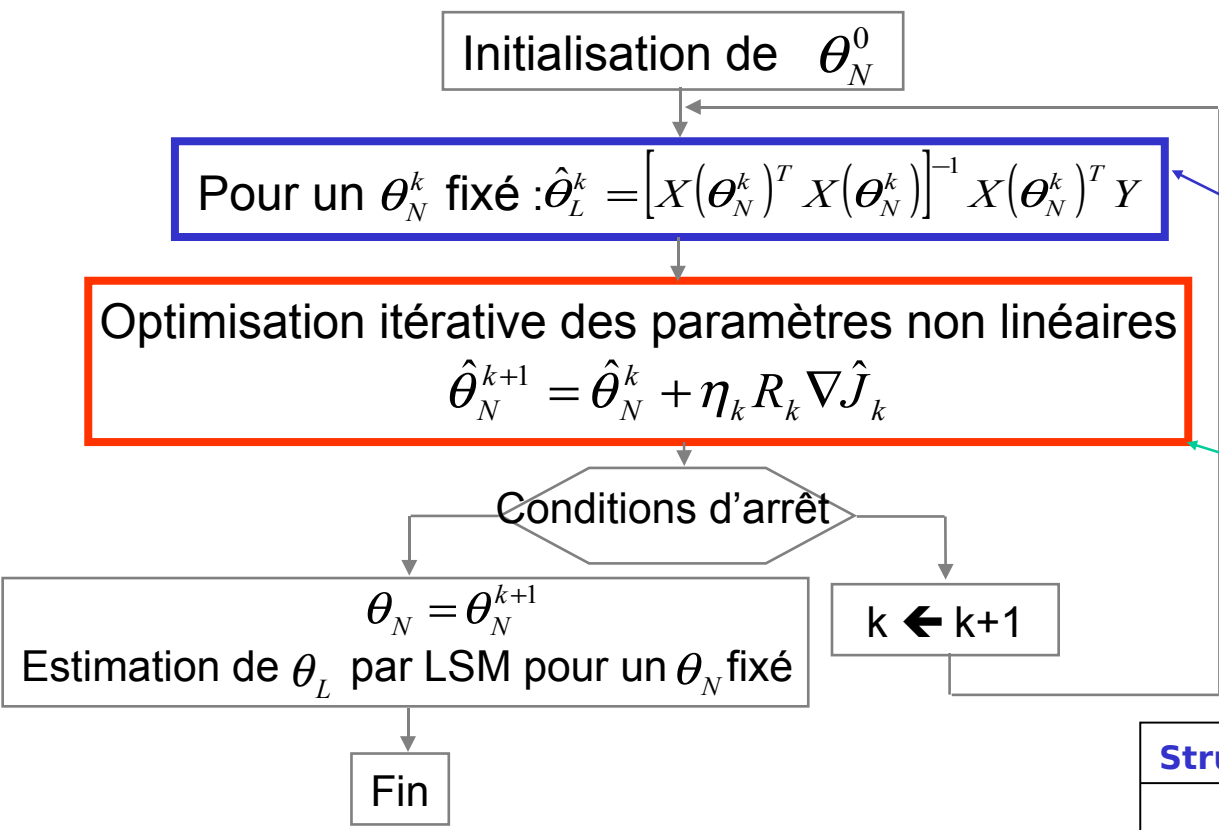
- **Phase application**

- Utilisation des ressources embarquées
- Estimation de θ_{test} avec l'algorithme des moindres carrés récursif
- Estimation des performances du système
- Prise de décision :
 - Bon /mauvais dans le cas du test
 - Contrôler le système

2 Identification de paramètres en vue du test/contrôle

Phase étude : 1-Génération du modèle nominal

Procédure d'identification



Méthode des moindres carrés (LSM)

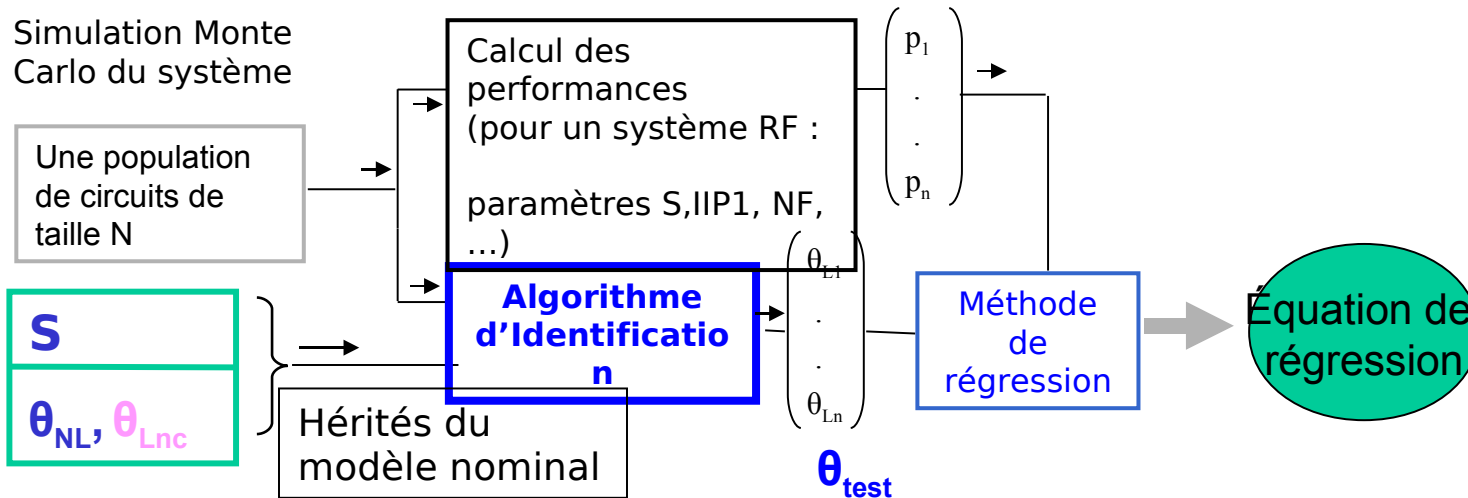
Méthode de Levenberg–Marquardt (LMM)

Structure nominale	Paramètres nominaux	
S	θ_{NL}	θ_L

2 Identification de paramètres en vue du

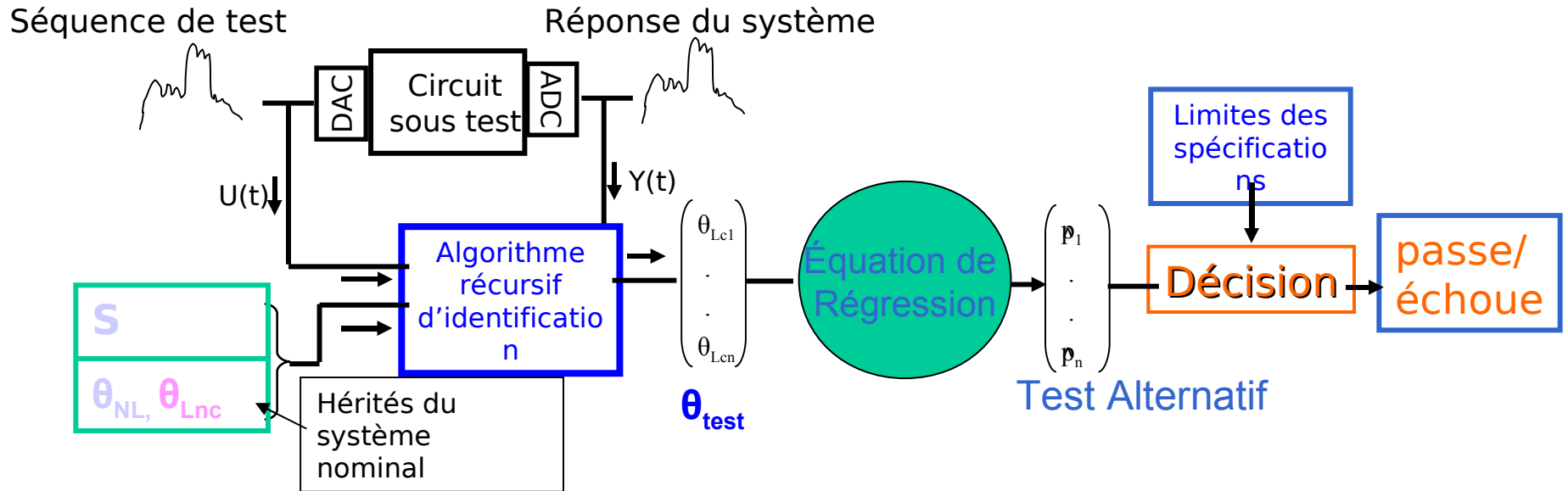
test/contrôle se étude : 2-Construction du régresseur

Utilisation de la régression pour l'estimation des performances et le test intégré :



2 Identification de paramètres en vue du test/contrôle

Phase Application : Ressources limitées

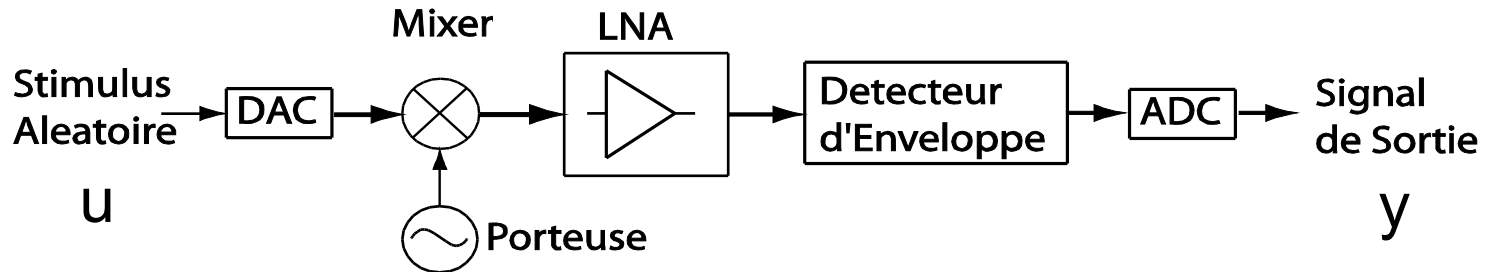


Les méthodes récursives d'identification ont plusieurs avantages :

- ❖ Traitement des données à leur arrivée
- ❖ Le processus s'arrête dès la première faute détectée
- ❖ Pas de stockage de données
- ❖ Opérations: additions ou multiplications de signaux par des constantes

3 Résultats expérimentaux

Cas d'étude

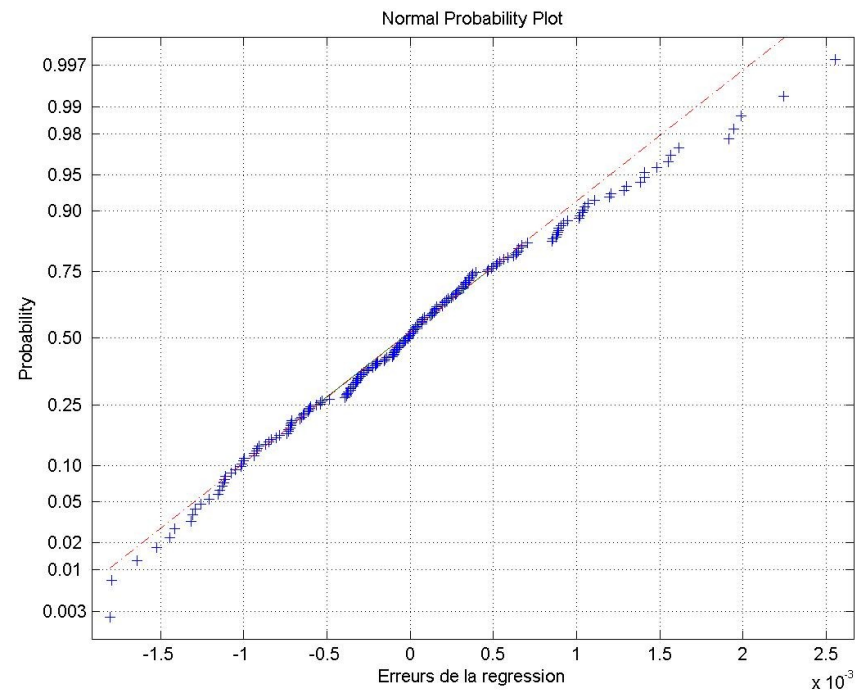
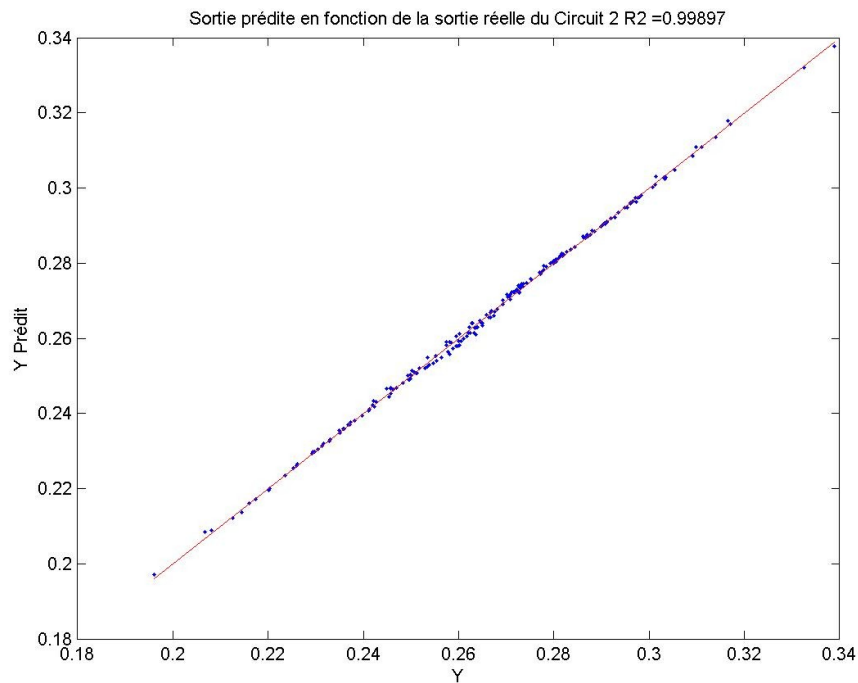


Étapes de l'étude

- Simulation Monte-Carlo de 1000 circuits excités avec un stimulus aléatoire à 10MHz dont l'amplitude varie entre [0V,20mV]
- Récupération des valeurs de la sortie et des performances pour chacun des circuits.
- Estimation des **paramètres** (θ_{test}) du modèle : $y(t) = \text{Phi}(t)' * \theta_{test}$
$$\text{Phi}(t) = [1 \ u(t) \ u(t)^2 \ u(t)^3 \ y(t-1)]'$$
- On utilise les paramètres θ_{test} identifiés pour l'estimation des performances du LNA (paramètres S, Figure du bruit (NF), Point de compression IIP1, Harmoniques du troisième ordre IIP3)

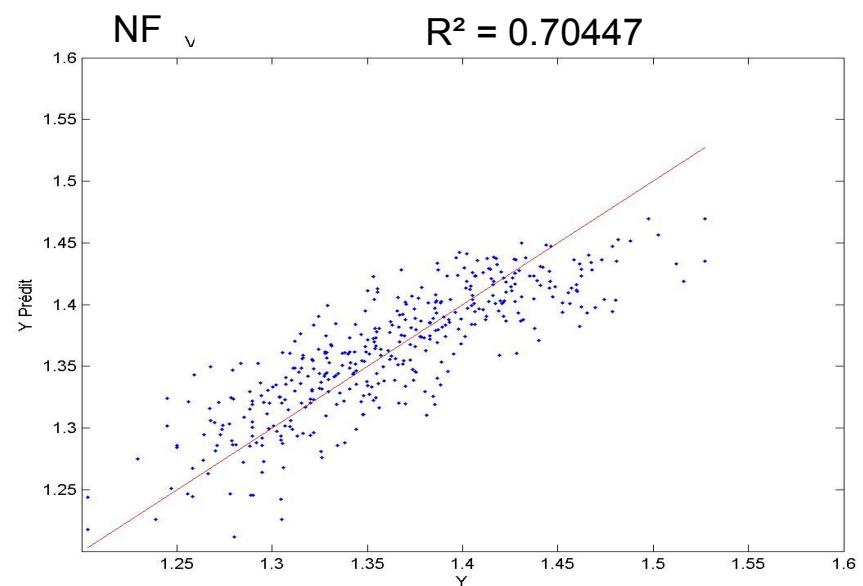
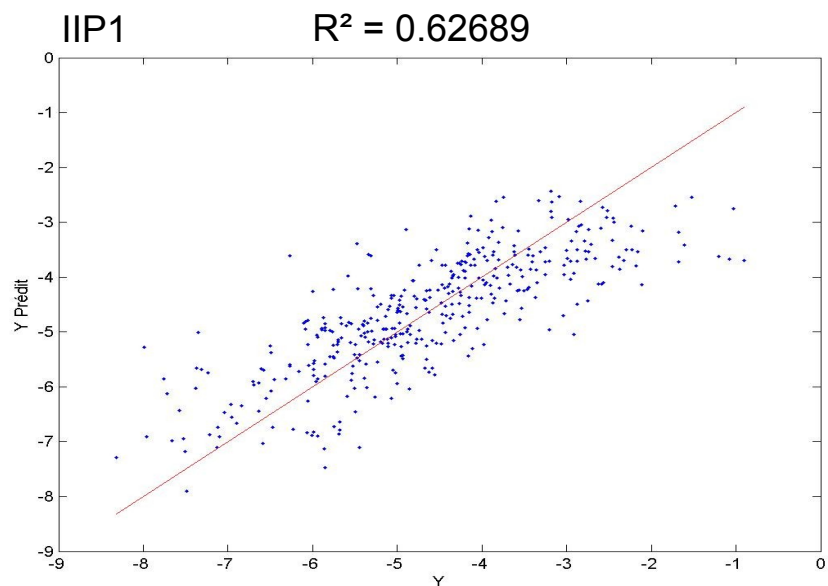
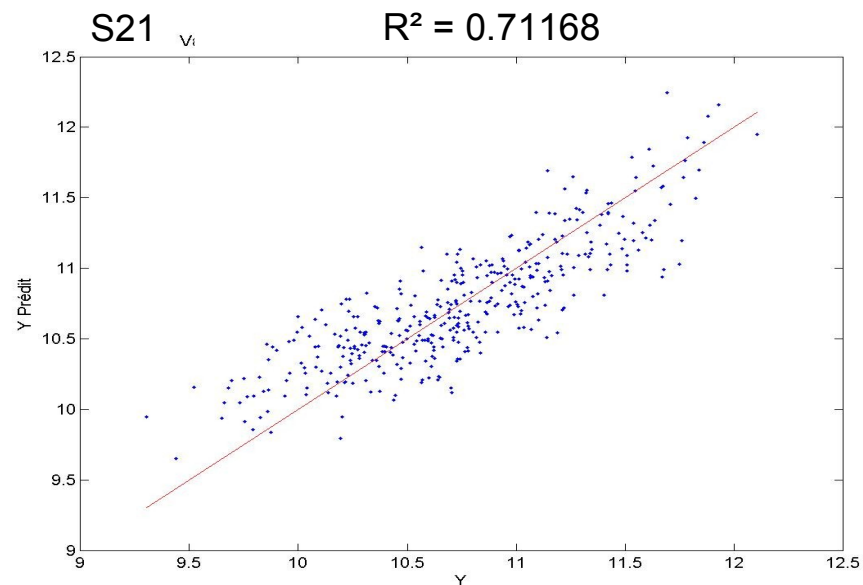
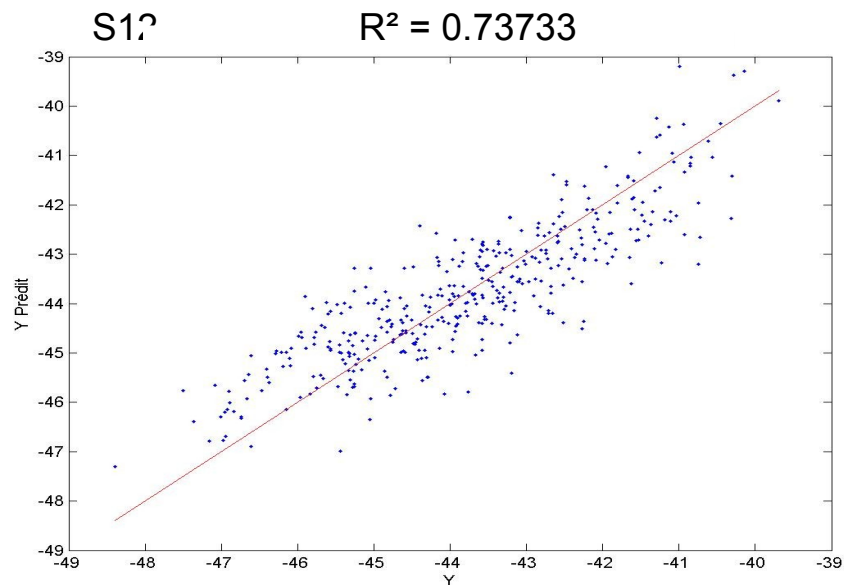
3 Résultats expérimentaux

Modélisation comportementale entrée/sortie ($y_t = f(u_t, \theta, y_{t-1})$)



3 Résultats expérimentaux

Résultats d'estimation de performances du LNA



4 ***Conclusions et Perspectives***

Conclusions :

- Réalisation et développement d'une nouvelle technique de test et de contrôle embarqué.
- Implémentation et validation des algorithmes récursifs sur une plateforme DSPiC.

Perspectives :

- Validation expérimentale des résultats sur une carte électronique (au lieu d'un circuit cadence)
- Contrôle embarqué de la consommation d'une chaîne d'émission/réception.

Liste des publications

- R. Khereddine, E. Simeu and S. Mir, *Parameter identification of RF transceiver block using regressive models*, Programmable Devices and Embedded Systems (PDeS 09), Roznov, Tcheque Republic, 10-12 February 2009.
- Khereddine R., E. Simeu and S. Mir, *RF Transceiver parameter identification using regressive models*, 3rd International Conference on Design & Technology of Integrated Systems, Tozeur, Tunisia, March 2008.
- Khereddine R., E. Simeu and S. Mir, *Utilisation des modèles de regression pour l'identification des paramètres d'un transceiver RF*, Journées Nationales du Réseau Doctoral en Microélectronique, Mai 2008.
- Simeu E., H. N. Nguyen, P. Cauvet, S. Mir, L. Rufer and R. Khereddine, *Using Signal Envelope Detection for Online and Offline RF MEMS Switch Testing*, Journal of VLSI Design, Ed. Hindawi, Vol. 2008, Article ID 294014, 10 pages.
- E. Simeu, H.N. Nguyen, P. Cauvet, S. Mir, L. Rufer and R. Khereddine, *Embedded test of RF MEMS switches in SiP devices*, 15th IFIP International Conference on Very Large Scale Integration VLSI-SoC, Atlanta, USA, October 2007.
- Simeu E., S. Mir, R. Khereddine and H.N. Nguyen, *Envelope detection based transition time supervision for online testing of RF MEMS switches*. IEEE International On-Line Test Symposium, Crete, Greece, July 2007.
- Simeu, E., P. Cauvet, H. N. Nguyen, S. Mir, L. Rufer and R. Khereddine, *Using signal envelope detection for RF MEMS switch testing*, 13th IEEE International Mixed-Signals Testing Workshop 2007, Porto, Portugal, June 18-20 2007.
- Khereddine R., E. Simeu and S. Mir, *Utilisation des techniques de régression pour le test et le diagnostic des composantes RF*. Journées GDR SoC-SiP, Paris, France, Juin 2007.

Merci pour votre attention

Je reste à votre disposition pour d'éventuelles
questions !!!!!