

Les transformées temps-fréquence appliquées au Non-Intrusive Load Monitoring

Détection, identification et classification des charges électriques

Mahfoud Drouaz, Ali Moukadem, Bruno Colicchio, Alain Dienterlein & Djaffar Ould-Abdeslam

Université de Haute-Alsace, 61 rue Albert Camus 68093 Mulhouse

Mahfoud.drouaz@uha.fr

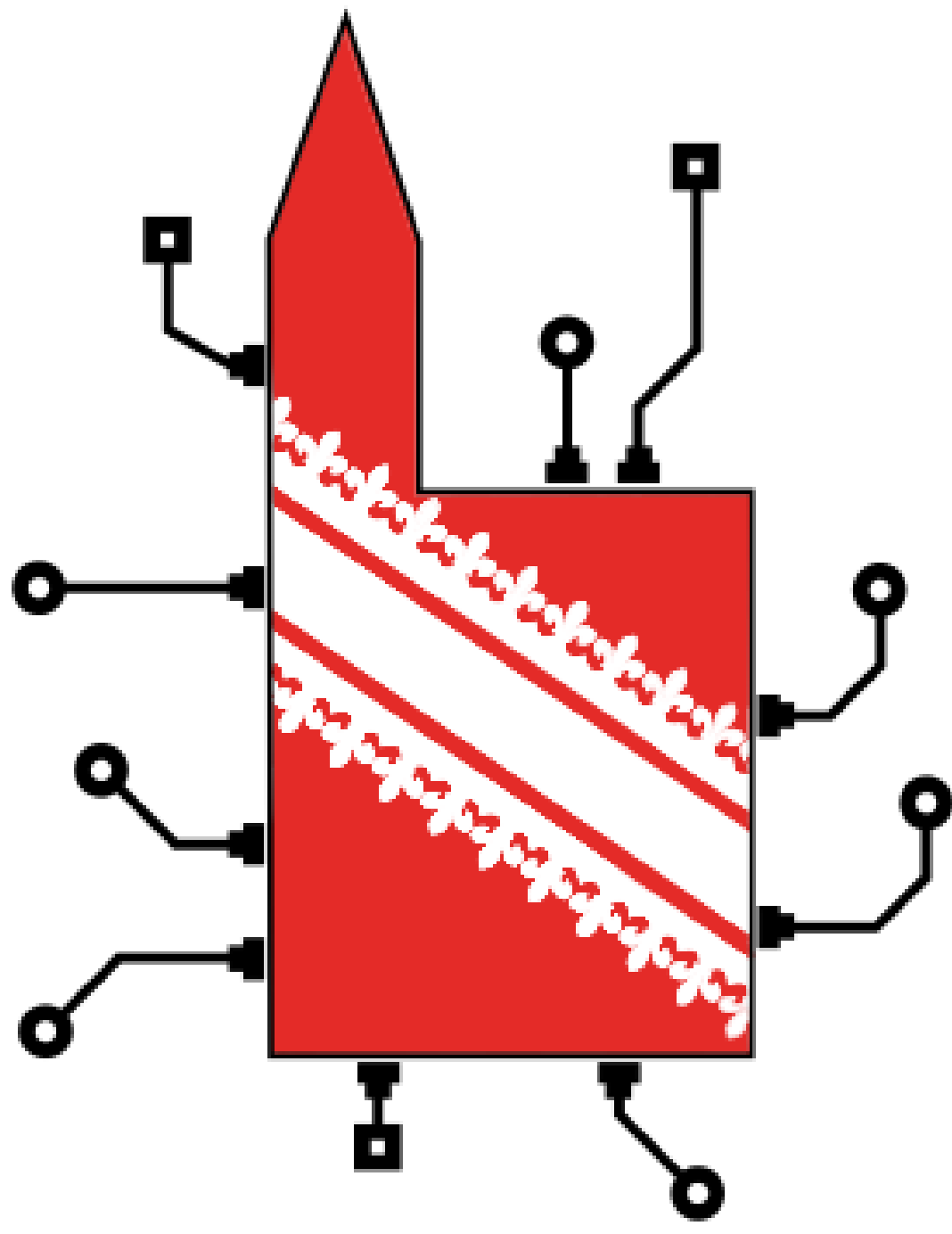


FIGURE 1: Figure caption

Résumé

Ce résumé présente les travaux de thèse qui s'inscrivent dans le cadre de l'identification non-intrusive des charges électriques connu aussi sous le nom de NILM (Non-intrusive Load Monitoring). Il présente l'application des transformées temps-fréquence à l'analyse des transitoires de mise en marche des appareils électriques. Cette analyse permet d'extraire les signatures de ces transitoires dans le but de caractériser et faciliter l'identification et le suivi de consommation énergétique des charges électriques.

Introduction

Dans le contexte d'une maîtrise de la consommation énergétique des foyers, une connaissance détaillée de la consommation individuelle des équipements électriques est nécessaire et importante. Depuis les travaux pionniers de Hart en 1992 [1] sur le NILM (Non-Intrusive Load Monitoring), l'intérêt de cette méthode a trouvé une place au sein de la communauté scientifique et industrielle. Le NILM s'attache à obtenir des informations de manière non-intrusive à partir d'un seul point de mesure, étudier la désagrégation des courbes de charges afin d'identifier les appareils connectés sur le réseau électrique et ainsi réaliser le suivi leurs consommations. La reconnaissance des charges s'appuie sur l'extraction de signatures électriques que les appareils émettent lors de leur fonctionnement. Les premiers modèles d'identification dans le NILM consistaient à extraire des descripteurs à partir du régime établi, tels que le courant efficace, la puissance, le taux d'harmoniques émis par les appareils, etc. De nos jours, de nombreux travaux visent à étudier le régime transitoire [3, 4], afin d'apporter plus de performances à l'identification et la classification des charges électriques. Le régime transitoire étudie l'instant de mise en marche d'une charge électrique. Pour ce faire, nous exploitons les outils de traitement du signal temps-fréquence. Les transformées temps-fréquence permettent d'étudier l'évolution fréquentielle d'un signal dans le temps, dans le cadre des travaux réalisés dans cette thèse, elles nous permettent d'extraire les caractéristiques du transitoire de mise en marche associées à chaque charge électrique. Durant cette thèse, une plateforme d'acquisition et de simulation de scénarios a été développée. Une base de données de mesures a été par la suite réalisée sur plusieurs types d'appareils électriques afin de pouvoir tester nos algorithmes de classification. Enfin, l'application des transformées temps-fréquence à l'analyse des transitoires de mise en marche des charges électriques offre une nouvelle voie pour l'application de ces outils d'analyse.

Main Objectives

- 1.

Matériels and Méthodes

Le système de mesure a été développé au seins de notre laboratoire, afin de permettre la réalisation de mesures réelles sur des appareils électriques. Il est compose de :

1. Une carte composée de 9 capteurs de courants à effet Hall.
2. Une sonde différentielle pour la mesure de la tension électrique.
3. Des cartes d'acquisition de données labjack U3-HV et U6.
4. Une carte de traitement de données PYNQ-Z1.
5. Plusieurs charges électriques pour simuler des scénarios.



Outils Mathématiques

La transformée de Stockwell [5] d'un signal $x(t)$ est définie comme suit :

$$ST_x(\tau, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)w(\tau - t, f)e^{-2i\pi ft} dt$$

Elle permet d'améliorer la résolution fréquentielle dans les basses fréquences et la résolution temporelle dans les hautes fréquences.

La fenêtre Gaussienne w est une fonction du temps est de la fréquence, elle est choisie tel que :

$$w(t, f) = \frac{1}{\sigma(f)\sqrt{2\pi}}e^{-t^2/2\sigma(f)^2}$$

La transformée de Stockwell est dite une transformée multi-résolution, ou la largeur de la fenêtre σ est une fonction de la fréquence est définie comme suit :

$$\sigma(f) = \frac{1}{|f|}$$

$$w(t, f) = \frac{|f|}{\sqrt{2\pi}}e^{-f^2t^2/2}$$

Pour assurer la réversibilité de la transformée de Stockwell, la fenêtre Gausienne est normalisée tel que :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} w(t, f) dt = 1$$

Résultats

Conclusions

- Développement d'une carte d'acquisition et d'une maquette simulations de charges électriques.
- Constitution d'une base de données de transitoires individuels et scénarios de différents types de charges électriques.
- Application des transformées temps-fréquences pour la caractérisation des transitoires de mise en marche.
- Développement d'algorithme pour du traitement en ligne et temps-réels.

Forthcoming Research

Références

- [1] George William Hart. Nonintrusive appliance load monitoring. *Proceedings of the IEEE*, 80(12) :1870–1891, 1992.
- [2] L Mansinha, RG Stockwell, RP Lowe, M Eramian, and RA Schincariol. Local s-spectrum analysis of 1-d and 2-d data. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 103(3) :329–336, 1997.
- [3] Mohamed Nait Meziane. *Analysis of turn-on transient currents for electrical appliances identification*. Theses, Université d'Orléans, December 2016.
- [4] Matthieu Sanquer. *Détection et caractérisation de signaux transitoires*. PhD thesis, Grenoble-INP, 2013.
- [5] Robert Glenn Stockwell, Lalu Mansinha, and RP Lowe. Localization of the complex spectrum : the s transform. *Signal Processing, IEEE Transactions on*, 44(4) :998–1001, 1996.

Acknowledgements