

APPLICATIONS DE L'ANALOGIE THERMOELECTRIQUE DANS L'ECHANGE DE LA CHALEUR

Ioan MIHAI

"Ștefan cel Mare" University
str. Universității nr. 13, 720 225 Suceava
mihai.i@fim.usv.ro

Keywords: paroi stratifiée, conduction thermique, simulation thermique

Abstract : Les applications de la simulation thermique, permettent de déterminer la distribution de la température, dans une paroi stratifiée complexe. On peut ainsi étudier par modelage thermoélectronique, quelles sont les valeurs de température, à n'importe quelle distance de la surface de paroi soumise à une source de chaleur ou froid. Une telle méthode, permet de déterminer plus rapidement possible, le niveau de la température à la surface opposée à l'entrée du gradient de chaleur.

1. INTRODUCTION

Parfois, dans le transfert de chaleur appliquée en technique, il devient impératif de calculer plus vite possible le coefficient d'isolation thermique pour une paroi stratifiée complexe (voir fig.1). Les calculs mathématiques analytiques sont ardues, et nécessitent une bonne connaissance de notions spécifiques dans le domaine. Pour simplifier une telle opération, il est possible de simuler par une méthode thermoélectronique l'échange de chaleur.

Pour réaliser un tel objectif il est possible de remplacer chaque couche de matériel par une série de résistances électriques, qui correspondent aux caractéristiques thermiques du matériel. Pour quelconque matériel isolateur il existe des tableaux qui nous donnent rapidement les caractéristiques thermiques. Après qu'on réalise le montage électronique de simulation, il ne reste pas que d'appliquer l'échelle de valeur.

Dans ce cas, à chaque matériel correspond une résistance d'une valeur proportionnelle au coefficient de conduction thermique. En employant

une telle méthode, il devient facile d'obtenir la décroissance de la température dans une paroi stratifiée complexe. La méthode permet indirectement de déterminer les pertes de chaleur en dépendance directe avec la température extérieure. Pour réaliser cela, il faut modifier dans le montage électronique la tension d'entrée. Grâce à la méthode proposée, on peut remplacer facilement les calculs mathématiques par une méthode de simulation.

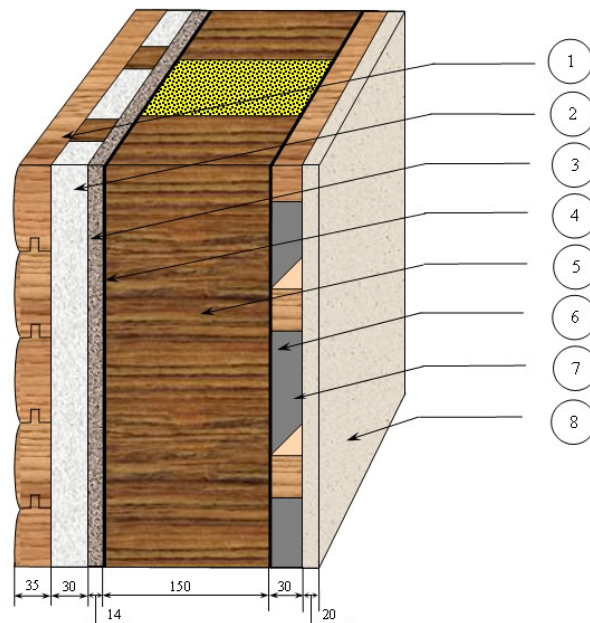


Fig. 1 Paroi stratifiée complexe ou :
1 - bois artisanal, 2 - polystyrène, 3 – couche OSB,
5 – feuille isolatrice, 6 - alternance bois et laine
minérale, 7 – couche alternante air et bois, 8 -
couche staff isolatrice

Ainsi, ce méthode nous offre des données pour n'importe quelle structure soumise à l'échange de chaleur, dans quelques fractions de seconde. Ayant une base de données spécifique au transfert de chaleur par des parois stratifiées, il devient possible maintenant par cette méthode, d'établir le niveau du confort pour un bâtiment, en quelques heures.

2. LA DESCRIPTION DE SCHEMA ELECTRONIQUE UTILISE POUR LE MODELAGE THERMOELECTRIQUE

Pour réaliser une simulation de l'échange de la chaleur qui concerne une paroi plane stratifiée, au cadre de *Laboratoire de Transfert de Chaleur* qui appartient à la Faculté d'Ingénierie Mécanique de Suceava RO, a été bâti un montage électronique spécialisé.

Le schéma d'alimentation en courant pour ce montage, est présenté dans la fig. 2.

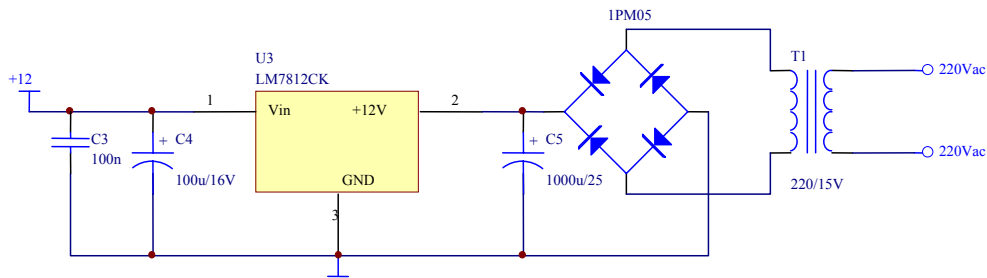


Fig. 2 Le schéma d'alimentation pour le montage électronique

On peut voir le principe et le schéma d'un système de simulation thermoélectronique dans la fig. 3.

Ce schéma contient :

- un compteur binaire asynchrone de 14 bits et un oscillateur CD4060 ;
- un multiplexeur analogique avec 8 canaux, type CD 4051 ;
- une source stabilisatrice de tension.

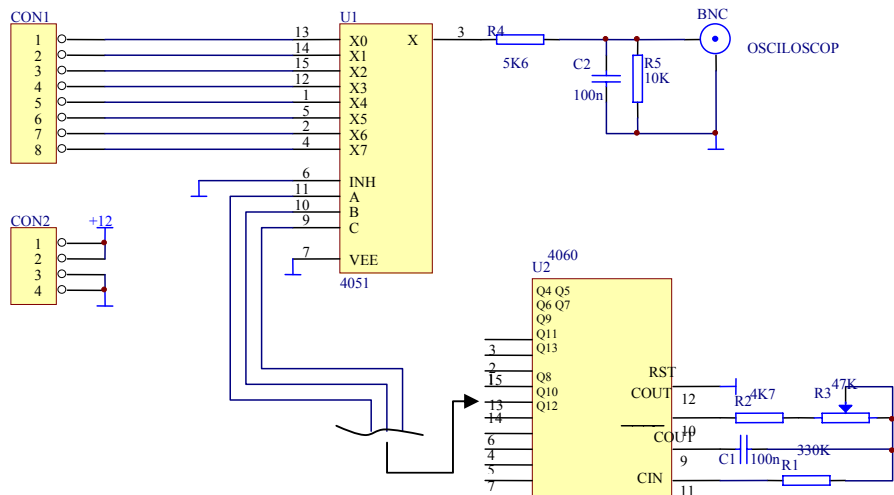


Fig. 3 Le schéma électronique pour la simulation thermoélectronique

Le circuit intégré CD4060 contient un oscillateur et un compteur binaire asynchrone (avec de transport successive) de 14 bits. La conformation de cet oscillateur, permet la projection d'oscillateurs soit RC soit avec quartz. Dans ce cas nous avons choisir la solution avec un oscillateur RC, parce que, il est possible de modifier la fréquence d'oscillation (à l'aide d'un potentiomètre réglable R3) pour le domaine de 40-160 KHz.

La modification de la fréquence va nous aider pour un encadrement plus facile sur le cadran d'oscilloscope (pour une certaine base de temps choisie sur l'oscilloscope).

Le circuit intégré CD4051 est de type multiplexeur analogique à huit canaux, avec trois entrées de control binaire, A, B et C et une entrée d'inhibition (dans le cas de nos schéma est liée à la masse). Le trois entrée binaire, sélectionnent l'une de celle huit canaux et le commutateur analogique qui correspond au canal choisie, est ouvert (état ON)

Les trois entrées (A, B, C) sont connecté aux sorties Q5, Q6 et Q7 qui appartient au compteur binaire CD4060. La fréquence de commutation de ces canaux, a des valeurs qui appartiennent au domaine 15-50 KHz qui correspondent à la position du potentiomètre semi réglable R3.

Les signaux analogiques qui sont appliquées sur les entrées du multiplexeur, peut avoir l'amplitude de maximum 12 volts. Le circuit intégré CD4051, contient des commutateurs analogiques auxquels correspond un impédance à bas valeur de l'état ON et des courants résiduels en état OFF très baissée.

La sortie du multiplexeur (pin de connexion 3) est connecte à l'entrée d'oscilloscope à l'intermède d'un circuit intégré (R4, R5, C2).

Les deux circuits intégrates sont alimentées par une source stabilisatrice de +12 Volt. Pour obtenir ces différentes tensions, nous avons utilise un transformateur abaisseur de tension (220/15Vca), une redresseur en pont type 1PM05, un condensateur de filtrage de 1000uF/25V (C5) et un circuit intégré stabilisateur de tension de type LM7821. Les condensateurs C3 et C4 ont le rôle de filtrer supplémentaires la tension stabilisée de 12 volts.

3. DES RESULTATS EXPERIMENTAUX ET LEUR INTERPRETATION

Nous avons obtenu les résultats expérimentaux pour une paroi stratifiée qui contient huit couches de matériel, de différents coefficients de conduction thermique.

Une image d'ensemble sur l'appareillage d'acquisition des donnees est présentée dans la fig. 4, ou on peut observer un oscilloscope analogue – digital à mémoire HM 1507-2 qui utilisé le software Sp107.

Dans l'image presente dans la fig.5, on peut voire le montage électronique réalise dans notre laboratoire, pour réaliser une simulation de transfert de la chaleur dans les parois stratifiées.



Fig. 4 L'image d'appareillage d'acquisition des donnees

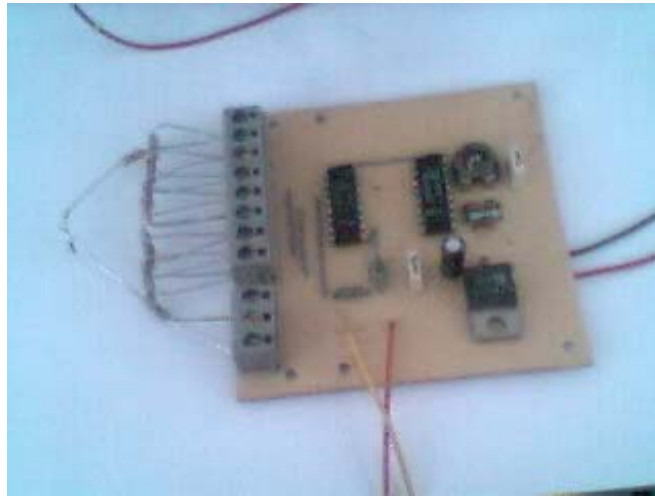


Fig. 5 Le schéma du bloque électronique

Le bloque entièrement réalisé (fig.6), permet de distinguer les éléments constructives avec lesquelles on peut effectuer un réglage, la transmission des données et le remplacement direct pour les résistances électriques.

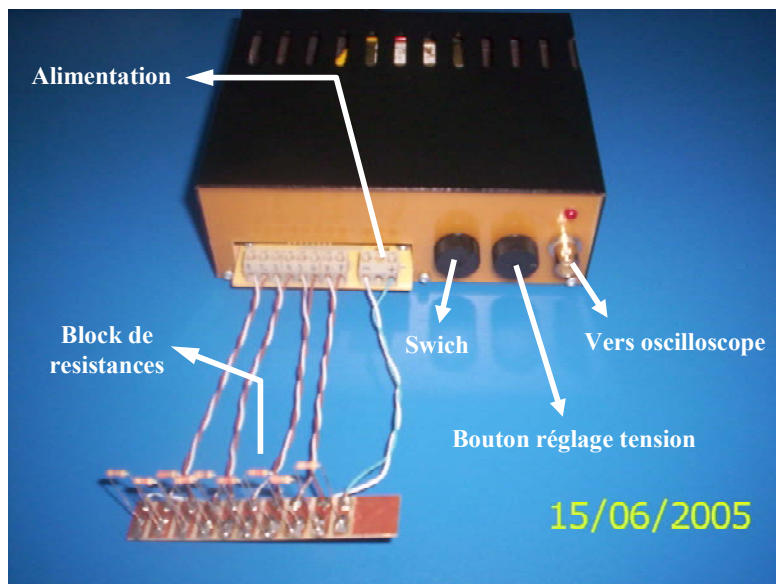


Fig.6 Le block de simulation du transfert de la chaleur

Suite aux recherches effectuées dans le laboratoire, nous avons obtenu certains résultats pour deux situations : sans et avec une atténuation du signal. Pour le deuxième cas nous avons ajouté des composants électroniques spécifiques, dans les circuits de montage.

Quelques résultats expérimentaux obtenus sur l'oscilloscope HM 1507-2 et puis transférés sur un ordinateur, sont visibles dans la fig. 7. Il est évident que on présente le plus suggestives images, tant que nous avons obtenu plusieurs.

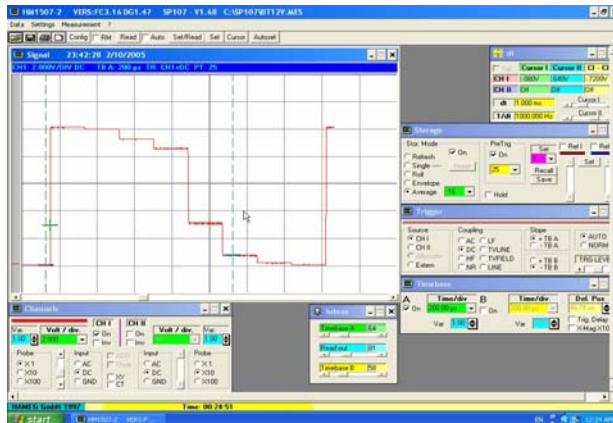


Fig.7-a Alimentation à 12V signal non - atténué

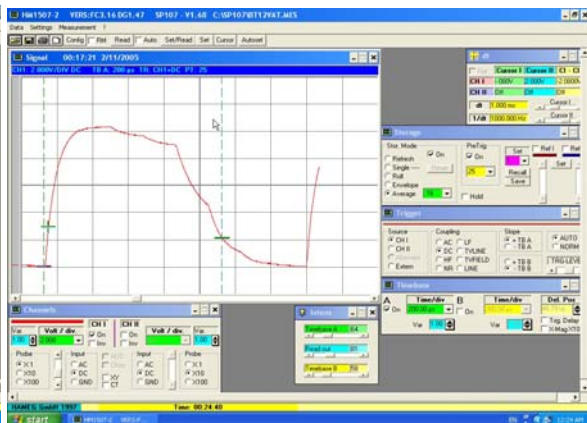


Fig. 7-b Alimentation à 12V signal atténué

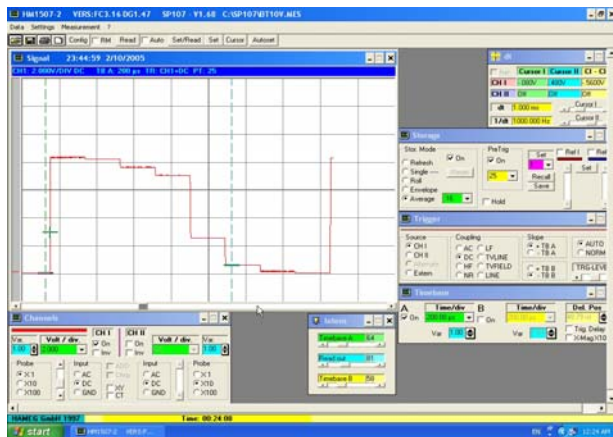


Fig.7-c Alimentation à 10V signal non - atténué



Fig. 7-d Alimentation à 10V signal atténué

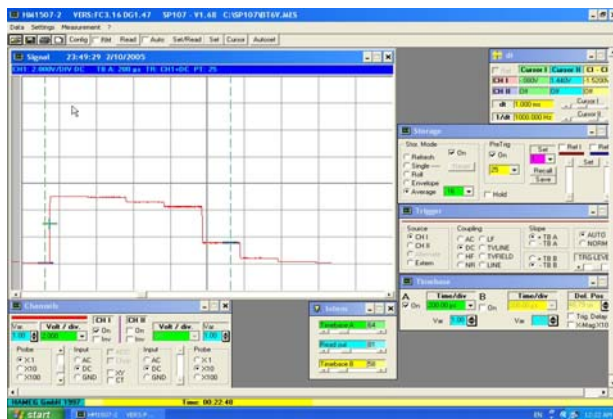


Fig.7-e Alimentation à 6V signal non - atténué

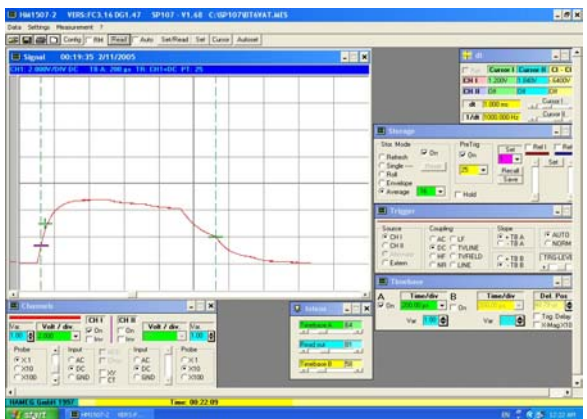
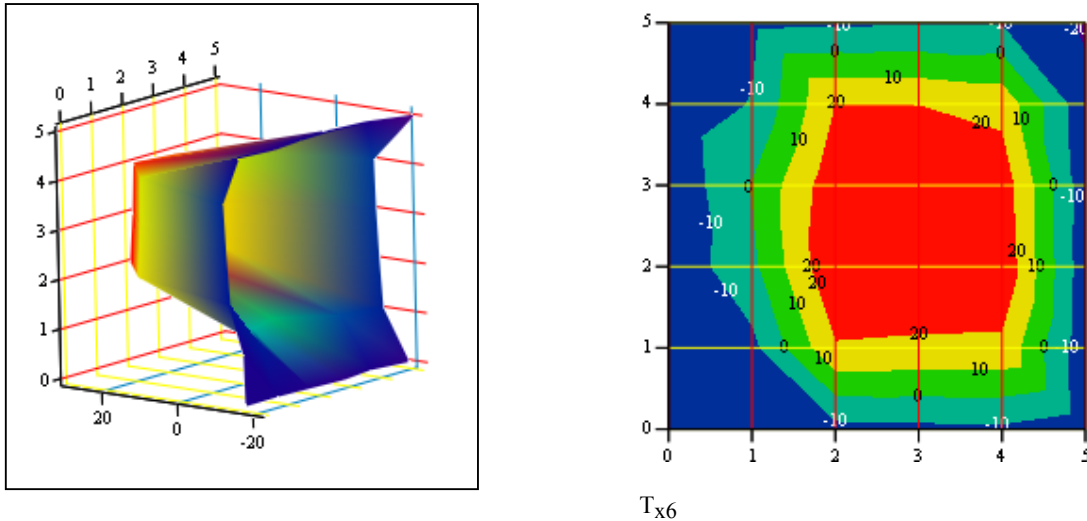


Fig. 7-f Alimentation à 6V signal atténué

Il devient intéressant à vérifier si la loi de modification de la température dans les parois à structure complexe, reste le même. Pour vérifier ce aspect nous avons effectués de calculs en MathCad. Il est impossible de présenter dans ce travail le modèle mathématique. Par exemple pour la sixième coche de matériel, la relation de calcul est :

$$T_{x6} := T_e - \left[\frac{(T_{f11} - T_{p7}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} \right)}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_2}} \right] \quad (1)$$

La variation de température, par les différentes couches de matériel (pour une valeur négative de -20°C sur la surface extérieure de la paroi) est présentée dans la fig. 8.



T_{x6} Fig. 8 Le champ de température obtenu par calcul pour la sixième couche

On observe toute de suite une similitude pour la décroissance de la température dans le cas de signal atténué et le résultats du modèle mathématique.

4. CONCLUSIONS

Il est devenu démonstratif, que en partent d'un modèle mathématique pour l'échange de chaleur il est possible d'utiliser l'analogie thermoélectronique qui conduise à des résultats rapide et sans erreurs. On a présenté un montage électronique, que nous avons réalise au seine de notre collectif. Pour capter les signaux nous avons appelée à une software spécialise qui a transmis les donnes sur un ordinateur.

Suite à une comparaison entre les résultats expérimentaux et les calculs nous avons conclu que il est mieux d'utilise un atténuateur de signales. La méthode qui est présente a l'avantage d'être rapide, mais il faut posséder l'appareillage scientifique spécialisé.

BIBLIOGRAPHIE

1. **CHIRIAC F., LECA A.** - *Procese de transfer de căldură și de masă în instalațiile industriale*, Editura Tehnică, București, 1982, 573 p.
2. **ISACHENKO V.P., OSIPOVA V.A., SUKOMEL A.S.** - *Heat Transfer*, Moscova, 1977, 489 p.
3. **MIHAI I., ALEXUC F.,** - *La modélisation de l'échange de chaleur pour une enceinte soumise à un gradient de température*, Suceava, 2005, 123 p.