

Sujet de stage de M2 2021-2022

TITRE: Caractérisations électromagnétiques hyperfréquences de solutions salines à l'aide d'une sonde coaxiale en circuit ouvert .

Laboratoires: IMEP-LAHC et LOCIE

Encadrants: Thierry Lacrevez et Anne-Laure Perrier

Téléphones: 04 79 75 87 46 ; 04 79 75 94 18

E-mail: Thierry.lacrevez@univ-smb.fr ; anne-laure.perrier@univ-smb.fr

Contexte et objectifs:

Les solutions saline notamment les solutions de LiBr sont utilisées dans les machines à absorption. Ces machines frigorifiques permettent de générer du froid en utilisant une source de chaleur.

Pour optimiser le fonctionnement de ces machines il est nécessaire de connaître la température et la concentration des solutions. Nous souhaitons caractériser les solutions de LiBr en fonction de la fréquence dans l'objectif de réaliser des capteurs de température et/ou de concentration. La caractérisation consiste à extraire la permittivité complexe des solutions en fonction de la fréquence. En figure 1 est décrit un système complet de caractérisation de solutions liquides. Un analyseur vectoriel de réseaux permettra de réaliser les mesures en fonction de la fréquence. Une sonde coaxiale sera plongée dans le liquide à caractériser. L'extrémité de la sonde donnera accès à une admittance ou une autre grandeur à partir de laquelle on pourra remonter à la permittivité complexe.



Figure 1 : Liquids characterization system and end of the coaxial probe with electromagnetic fields illustration

Le fort lien existant entre la permittivité complexe des solutions et la température ainsi que leurs concentrations en LiBr permettra de concevoir des capteurs se basant sur la

permittivité complexe. Les solutions de LiBr ayant de fortes pertes et de fortes permittivités, la caractérisation n'est pas triviale.

Des sondes coaxiales en circuit ouvert sont spécifiquement développées pour la caractérisation de liquides ou de matériaux mous car elles ont l'avantage d'être faciles d'utilisation. Différentes techniques associées aux sondes coaxiales sélectionnées sont proposées dans la littérature afin d'extraire la permittivité complexe des liquides. Ces techniques [1,2] font souvent l'objet d'hypothèses fortes qui ne sont vérifiées que dans les cas où les milieux liquides sont à faibles permittivité et faibles pertes.

Les travaux à réaliser consisteront à étudier le comportement des sondes coaxiales lorsqu'elles sont plongées dans des liquides à fortes pertes et à fortes permittivités. Est-ce que, dans ce contexte, les techniques associées aux sondes permettront d'extraire la permittivité complexe ?

Les travaux consisteront à faire des études en modélisation électromagnétique sous HFSS pour étudier le comportement des sondes face à des milieux à fortes permittivités et fortes pertes. Il s'agira aussi de concevoir et réaliser les sondes afin de mettre en œuvre une plateforme expérimentale qui permettra la caractérisation hyperfréquence de solutions salines type LiBr, c'est à dire extraire leur permittivité complexe. On travaillera sur une gamme de fréquence allant de 200 MHz à 10 GHz.

Description du sujet de stage de M2:

Il s'agira de réaliser des simulations électromagnétiques (HFSS) d'une sonde coaxiale en circuit ouvert plongée dans différents liquides; la sonde est typiquement un connecteur SMA en contact avec la solution liquide.

Dans un premier temps, il faudra observer et relever l'évolution des lignes de champs électromagnétiques en fonction de la permittivité et des pertes de la solution. Ces relevés permettront de valider ou non les hypothèses émises dans différents travaux publiés : en particulier par exemple le maintien de la forme des lignes de champ quelle que soit la permittivité complexe ?

Dans un second temps, il s'agira de fabriquer les sondes (véhicules de test) et de réaliser les mesures hyperfréquences des sondes plongées dans les liquides à caractériser. Il faudra notamment développer les protocoles d'extraction de la permittivité complexe des solutions liquides.

[1] Wagner & Al.... Numerical 3-D FEM and Experimental Analysis of the Open-Ended Coaxial Line Technique for Microwave Dielectric Spectroscopy on Soil. IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 52, NO. 2, FEBRUARY 2014

[2] Seckin Sahin & Al.... Waveguide Probe Calibration Method for Permittivity and Loss Characterization of Viscous Materials. 978-1-7281-2056-0/20 - 2020 IEEE