

Surveillance du manteau neigeux et de l'humidité du sol par mesures électriques

Aurélien Carrupt, Alexandre Ganchinho, Joseph Moerschell
HES-SO Valais-Wallis, Rawyl 47, 1950 Sion

1. Quel est le problème?

La tomographie d'impédance électrique du sol est aujourd'hui un instrument qui doit être utilisé par des spécialistes lors de campagnes de mesure dans le terrain:

- Poids et consommation de puissance importantes.
- Présence de hautes tensions aux électrodes.
- Prix onéreux de l'équipement.

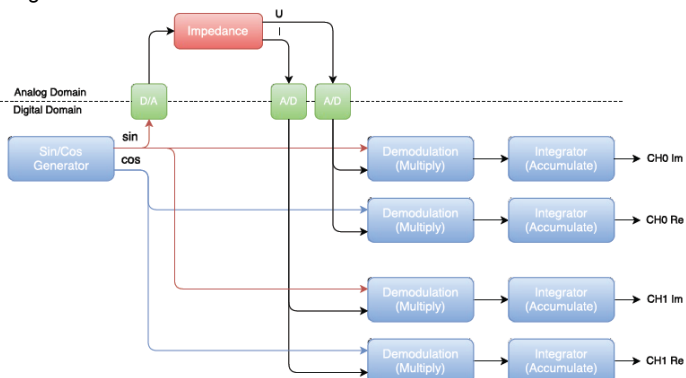
Innovation proposée: surveiller l'impédance du sol par une installation permanente et autonome en énergie, communiquant sans fil:

- Possibilité de suivre l'évolution de l'impédance au fil des saisons
- Utilisation d'une technique de mesure homodyne qui augmente le rapport signal-sur-bruit, afin de pouvoir travailler à des niveaux de tension ne présentant pas de risque ni pour les personnes ni pour les animaux.
- Lien de communication sans fil utilisant le réseau GSM pour l'acquisition de données sur un serveur éloigné.

2. Mesure de l'impédance par démodulation synchrone

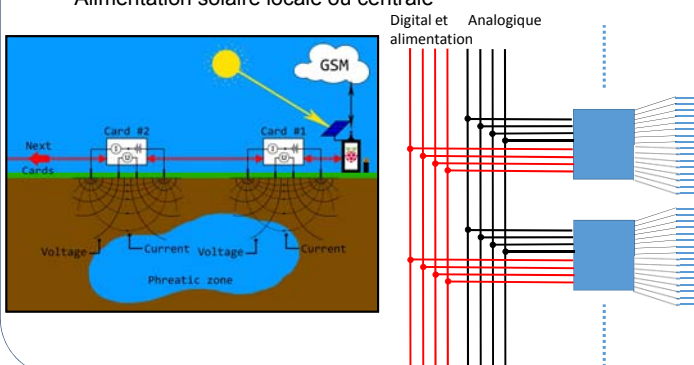
Le schéma de modulation / démodulation est implémenté en numérique, dans un H/W dédié.

Des spectres d'impédance sont acquis par balayage en fréquence du signal d'excitation :

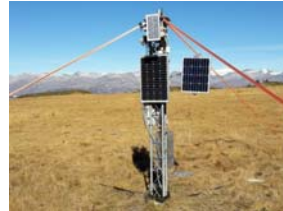


3. Système de mesure à bus analogique et digital

- Mesure à 4 fils de l'impédance, excitation sinusoïdale.
- Système modulaire avec 16 nœuds à 16 électrodes = 256 au total.
- Adressage des électrodes par transmission de jusqu'à 3 des 4 signaux sur une épine dorsale reliant les 16 nœuds.
- Communication digitale entre les nœuds pour la configuration et l'acquisition des mesures.
- Schéma de communication point à point.
- Possibilité de couper l'alimentation des nœuds non utilisés.
- Un nœud central pour télécommande et télémétrie.
- Possibilité de réaliser une ligne de 256 électrodes de 1km de long.
- Câblage entre les nœuds par deux câbles Ethernet cat. 6 ou 7.
- Alimentation solaire locale ou centrale



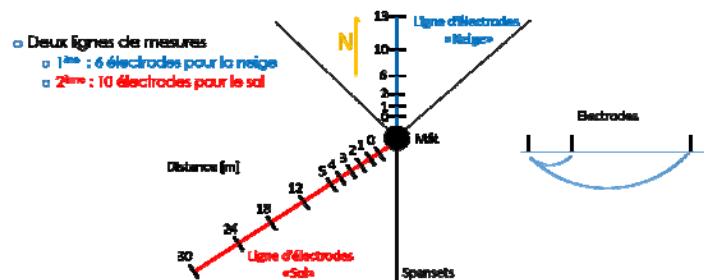
4. Premier prototype installé à l'Ar du Tsan (Vs, Vallon de Réchy)



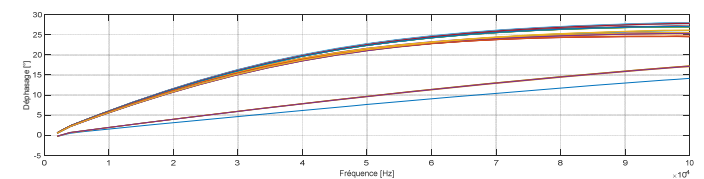
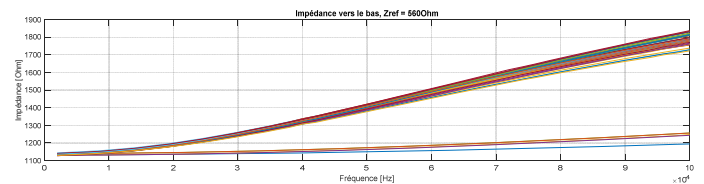
Electrode sol



Electrode neige



- Lignes d'électrodes seulement pour l'acquisition de profils verticaux.
- Possibilité de réaliser un espacement d'électrodes par pas de 1m, avec un minimum d'électrodes.
- Schéma de mesure à deux fils seulement
- Calibration périodique automatisée par des résistances de référence.
- Analyse par identification de schéma équivalent: deux circuits RC en série → séparation de l'impédance des électrodes et de l'impédance du sol
- Balayage en fréquence de 1kHz à 100kHz



5. Nouveau démonstrateur à grand nombre d'électrodes

- Nœud de mesure avec carte FPGA, carte de conversion A/D et D/A, et deux cartes de relais multiplexeurs analogiques
- Protection du système des surtensions transitoires aux entrées
- Alimentation solaire locale intégrée dans le boîtier de l'électronique.
- Balayage en fréquence de 10mHz à 10kHz.
- Possibilité de définir le nœud qui réalise la mise à terre d'un des 4 fils du schéma de mesure à 4 fils.



Carte FPGA



Nœud d'excitation et de mesure