

Sviluppo di un circuito elettronico per la lettura di un misuratore di campi elettrici

Laureando: Alessio Borgheresi

Relatore: Lorenzo Bonechi

Indirizzo di posta del relatore: lorenzo.bonechi@fi.infn.it

Indirizzo di posta del laureando: borghalex@gmail.com

Questa tesi riguarda la realizzazione pratica di un circuito elettronico che consente la lettura del segnale di un *electric field mill*, strumento che permette di misurare il modulo ed il verso della componente di un campo elettrico in una particolare direzione.

Il principio di funzionamento dell'*electric field mill* è il seguente: una piastra sensibile viene alternativamente esposta e schermata al campo elettrico creando così, per induzione, un segnale alternato che ha un'ampiezza proporzionale al campo elettrico; il segnale viene poi inviato al circuito di lettura che rettifica il segnale ed amplifica l'ampiezza trasformandolo in una tensione proporzionale al campo elettrico. Il valore finale della tensione è letto attraverso un *display*. La rettificazione del segnale, sincronizzata con il movimento delle pale, fa sì che lo strumento sia sensibile al verso del campo elettrico.

L'elaborato di tesi è diviso in tre capitoli. Nel primo vengono descritti vari strumenti che consentono di misurare campi elettrici attraverso il fenomeno dell'induzione elettrostatica, con particolare attenzione all'*electric field mill* presente in laboratorio; vengono inoltre indicati alcuni ambiti di utilizzo di tali strumenti, in particolare viene riportato il caso che riguarda lo studio del campo elettrico presente nell'atmosfera terrestre. Sempre nel primo capitolo viene data una breve descrizione della schematizzazione elettrica che si può fare dell'atmosfera terrestre.

Nel secondo capitolo viene descritto il circuito, il suo principio di funzionamento e le accortezze adottate per ridurre il rumore presente sul segnale. Viene discussa la funzione di trasferimento del circuito, sottolineandone le eventuali modifiche per ulteriori migliorie, e trattato matematicamente il segnale dell'*electric field mill* attraverso lo sviluppo in serie di Fourier; inoltre sono discusse le fonti di rumore presenti nello stadio di preamplificazione. Sono stati riscontrati degli *spike* nel segnale che portano un ulteriore aumento sull'errore sulla lettura finale.

Nell'ultimo capitolo viene presentata la verifica della linearità del segnale eseguita andando ad inserire lo strumento in campi elettrici di valore noto nell'intervallo da -550V/m a 550V/m . Si sono prese un maggior numero di misure nell'intervallo per il quale è pensato l'utilizzo dello strumento come misuratore di campi elettrici nell'atmosfera terrestre, ovvero nell'intervallo di $\pm 200\text{V/m}$. Il campo elettrico noto è stato creato utilizzando un condensatore a facce piane e parallele.

Supponendo che il valore indicato dal *display*, V_D , ed il campo elettrico, E , siano legati da una relazione lineare del tipo $V_D = a + bE$, con a e b parametri del fit, si ottengono i seguenti valori: $a = (-0.372 \pm 0.008)\text{V}$, $b = (14.14 \pm 0.07)\text{mm}$ e 1.9 ± 0.3 per il χ^2 ridotto. Escludendo da un'interpolazione dei dati gli ultimi quattro valori presi si ottiene un miglior accordo con i dati sperimentali; questo è dovuto al fatto che durante la misura l'*offset* dello strumento è variato portando gli ultimi quattro valori misurati ad essere sì in accordo lineare tra loro ma su di una retta parallela a quella che passa per gli altri dati. I motivi della variazione dell'*offset* in differenti sessioni di prese dati (nel nostro caso addirittura durante la stessa singola sessione) è ancora un problema dello strumento che rimane da risolvere, rimane infatti ignoto il motivo dell'esistenza di un segnale significativamente diverso da 0 in assenza di campo elettrico. I risultati del fit con i quattro valori esclusi sono $a = (-0.355 \pm 0.009)\text{V}$, $b = (13.90 \pm 0.08)\text{mm}$ e 1.0 ± 0.4 per il χ^2 ridotto. Infine, sono stati proposti alcuni suggerimenti per migliorare il circuito di lettura, variare l'intervallo del campo elettrico misurabile e diminuire la dipendenza del segnale dalla velocità di rotazione delle pale, che, a causa dello specifico motore, non risulta costante nel tempo ed introduce errori significativi nel risultato finale.