



UNIONE EUROPEA



*Ministero dell'Istruzione  
dell'Università e Ricerca*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE*

*Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica  
X Ciclo N.S. (2008-2011)*

*“Sperimentazione e controllo di un veicolo ibrido-solare  
con tetto orientabile”*

**ABSTRACT**

**Ing. Gaetano Coraggio**

*Il Tutor  
Ch.mo Prof. Gianfranco Rizzo*

*Il Coordinatore  
Ch.mo Prof. Vincenzo Sergi*

# ABSTRACT

Da alcuni anni la questione energetico - ambientale è ormai diventata di dominio pubblico, perdendone magari dal punto di vista scientifico, ma diventando in grado di condizionare i comportamenti di una parte sempre crescente della popolazione.

Obiettivo principale del lavoro di tesi è la ricerca incentrata su veicoli alternativi ai veicoli tradizionali il cui impatto sull'ambiente, in termini energetico - ambientali, è sempre crescente.

Una valida alternativa è, sicuramente, quella dei veicoli ibridi, veicoli equipaggiati da un doppio propulsore (termico ed elettrico nei veicoli ibridi elettrici).

L'integrazione della fonte solare fotovoltaica, come soluzione in grado di contribuire ulteriormente a ridurre consumi ed emissioni, è una soluzione che non ne esclude altre ma può sommare i propri benefici a quelli ottenibili, per esempio, con i veicoli ibridi elettrici.

Si parla in questo caso di veicoli ibridi solari. Molti progetti di veicoli ibridi solari sono già stati portati avanti. Tra questi anche il prototipo sviluppato presso l'Università degli Studi di Salerno.

A medio-lungo termine, le presumibili ulteriori riduzioni di prezzo ed i miglioramenti di rendimento delle celle fotovoltaiche, integrate a partire dalla fase di progetto in veicoli a basso consumo energetico, potranno portare ad un'autonomia quasi completa, almeno per quella larga parte degli automobilisti che usa l'auto prevalentemente in ambito urbano per poche ore al giorno.

Ovviamente un aumento dell'energia captata dai pannelli solari incide positivamente su consumi ed emissioni. Un modo per aumentare quest'energia captata è quello di ricorrere ad un tetto solare auto orientabile, che sia in grado, cioè, di seguire i movimenti del sole durante l'arco della giornata.

L'attività di ricerca si è incentrata sullo studio del prototipo di veicolo ibrido solare e sulla possibilità di quest'ultimo di equipaggiarsi di un tetto solare mobile in grado di disporsi perpendicolarmente ai raggi solari in fase di parcheggio per aumentare l'energia captata.

La prima parte ha riguardato, quindi, lo studio di una strategia di controllo per la gestione energetica ottimale a bordo di un veicolo ibrido solare (Hybrid Solar Vehicle – HSV) con struttura serie. Questo veicolo è in dotazione al dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli Studi di Salerno. Si tratta di un Porter Van Glass della Microvett, un veicolo elettrico convertito a ibrido solare grazie all'integrazione sul tetto di pannelli solari e nel vano posteriore di un gruppo moto-generatore.

La strategia di controllo è denominata Rule-Based. L'architettura di controllo RB è costituita da due loop principali: uno esterno, che determina, in funzione del contributo solare atteso durante la fase di parcheggio, lo stato di carica della batteria (SOC) da raggiungere al termine della fase di guida; il secondo, interno, i cui obiettivi sono, da una parte, l'individuazione dello scheduling ottimale del gruppo generatore, e, dall'altra, il controllo dell'oscillazione del SOC intorno al valore finale indicato dal primo ciclo.

Le prestazioni ottenibili dall'architettura RB sono state analizzate attraverso un'approfondita analisi di simulazione. Tale simulazione, eseguita in real time sul veicolo, ha dimostrato l'elevata potenzialità offerta dalla strategia proposta.

La seconda parte è stata dedicata alla progettazione ed alla realizzazione di un tetto solare mobile per un veicolo ibrido solare. Questo modello è stato realizzato con il software SolidWorks. Come

conoscenze di base sono state utilizzate l'influenza dell'angolo di incidenza sulla frazione di energia raccolta rispetto all'energia incidente, la radiazione solare differente per ogni luogo, e la cinematica dei robot paralleli.

Ovviamente inclinando opportunamente i pannelli si accumula più energia solare. Quindi un pannello mobile è più conveniente di uno fisso. Ciò è stato sottolineato dall'utilizzo di un simulatore americano PVWATTS (valido per i paesi americani). Dato che la radiazione solare varia a seconda del luogo di riferimento, a tale simulatore occorre fornire come dati di ingresso latitudine e longitudine del luogo, angolazione del pannello fisso o pannello mobile orientabile su due assi. In tal modo si è potuto verificare il guadagno di un pannello orientabile su due assi rispetto a uno fisso. Da questi risultati è stata confermata la convenienza di avere un tetto mobile.

Il modello è stato progettato con l'ausilio di due software: MATLAB e SolidWorks. Successivamente sono stati realizzati ed automatizzati tre prototipi in scala.

È stato dimostrato come l'uso di un tetto solare mobile durante le fasi di parcheggio può dare un contributo rilevante per aumentare l'energia solare catturata nei veicoli ibridi solari.

Inoltre il contributo percentuale può essere particolarmente significativo alle alte latitudini, contribuendo così a estendere il potenziale mercato di questi veicoli.

Al fine di migliorare i benefici del tetto in oggetto, il consumo di energia legato al suo movimento deve essere minimizzato, e devono essere evitati i movimenti non necessari. A tal fine è stata presentata una procedura di controllo basata sull'uso combinato dei dati di energia solare forniti dal pannello solare, sulle informazioni ricavate da un modulo GPS ed elaborando le immagini del cielo scattate da una fotocamera digitale. A questo scopo è stato sviluppato un sistema di controllo implementato in LabVIEW e testato sui prototipi su scala ridotta in condizioni di luce artificiale.

Inoltre è stata presentata una strategia che permette di determinare l'intervallo ottimale di tempo tra due orientamenti consecutivi del tetto. Quest'intervallo dipende dalle ore del giorno, dalle stagioni dell'anno e dalle condizioni reali del cielo.

Dalle considerazioni fatte si evince, quindi, che è consigliabile adottare la strategia di controllo presentata, al fine di massimizzare i vantaggi di un tetto solare mobile nei veicoli ibridi solari.