



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Ingegneria Elettrica Elettronica e Informatica

**CURRICULUM DELL'ATTIVITÀ
SCIENTIFICA E DIDATTICA
DI
GIACOMO SCELBA**

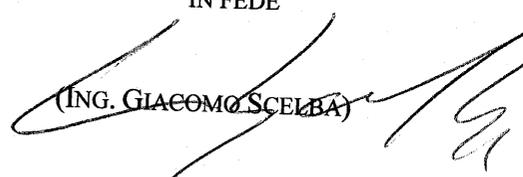
INDICE DEI CONTENUTI

1. NOTIZIE BIOGRAFICHE
2. ATTIVITÀ SCIENTIFICA
3. ATTIVITÀ DIDATTICA
4. ATTIVITÀ RELATIVE A CONTRATTI E CONVENZIONI
5. ELENCO DEI LAVORI SCIENTIFICI

Catania, 17 febbraio 2014

IN FEDE

(ING. GIACOMO SCELBA)



1. NOTIZIE BIOGRAFICHE

- L'Ing. Giacomo Scelba è nato a Caltagirone il 01 Gennaio 1976.
- Ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettrica presso l'Università degli Studi di Catania il 22 Luglio 2002, con voto 110/110 e lode, discutendo la tesi : "IMPLEMENTAZIONE CON DSP A VIRGOLA FISSA DI UN CONTROLLO VETTORIALE SENSORLESS PER MOTORE SINCRONO A MAGNETI PERMANENTI".
- Nel Novembre 2002 ha superato gli Esami di Stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere e dal Marzo 2006 è iscritto all'Albo Provinciale dell'Ordine degli Ingegneri di Catania.
- Nel Novembre 2002 è risultato vincitore, presso l'Università degli Studi di Catania, del concorso per l'ammissione al Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettrica, XVIII ciclo. Negli A.A. 2002-2003, 2003-2004 e 2004-2005 ha frequentato regolarmente il suddetto Dottorato. In data 24 marzo 2006 ha sostenuto l'esame finale, discutendo la tesi "SULLA STIMA DELLA POSIZIONE DEL FLUSSO MEDIANTE LA MODULAZIONE DELLA SATURAZIONE IN MACCHINE IN CORRENTE ALTERNATA" ed ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca.
- Dal Gennaio 2003 collabora nelle attività di ricerca del gruppo "Standard Drives Development Engineering" dell'azienda Rockwell Automation di Mayfield Heights (OH, USA), riguardanti lo sviluppo di nuove tecniche sensorless per azionamenti elettrici in applicazioni industriali ed automotive.
- Nel Settembre 2003 ha conseguito l'attestato di partecipazione al corso FIM-RITTE, Formazione di Ingegneri Manager di Ricerca ed Innovazione Tecnologica per lo sviluppo competitivo dei sistemi industriali locali mediante Tecnologie Elettriche ed Elettroniche, svolto presso il Centro Promozione e Trasferimento Innovazione Tecnologica di Catania, presso l'Università degli Studi di Catania.
- Dall'Ottobre 2004 al Dicembre 2004 ha trascorso un periodo di studio e di ricerca presso l'azienda Rockwell Automation di Mayfield Heights, lavorando nel campo degli azionamenti sensorless con motore asincrono trifase.
- Dal Maggio 2006 a Novembre 2010, ha svolto attività di ricerca come assegnista di ricerca presso l'Università degli Studi di Catania, nel settore scientifico disciplinare ING/IND/32, Convertitori Macchine e Azionamenti Elettrici, con programma di ricerca "Sviluppo di azionamenti elettrici per applicazioni industriali ed automotive".
- Dal Novembre 2009 a tutt'oggi è stato assunto come ricercatore a tempo determinato presso l'Università degli Studi di Catania per lo svolgimento di attività di ricerca nel settore scientifico disciplinare ING/IND/32, Convertitori Macchine e Azionamenti Elettrici, con programma di ricerca "Sviluppo di azionamenti elettrici per applicazioni industriali ed automotive".
- Negli A.A. 2006-2013 ha svolto cicli di lezioni ed esercitazioni pratiche di laboratorio nell'ambito dei corsi: "Dinamica delle Macchine Elettriche", "Azionamenti Elettrici" e "Modellistica e Controllo dei Sistemi Elettromeccanici".



- Dal Novembre 2006 collabora con il gruppo Industrial Multisegment Sectors System Lab dell'azienda ST Microelectronics di Catania (Italia) per lo sviluppo di nuove tecniche sensorless per azionamenti elettrici e lo sviluppo di algoritmi di minimizzazione delle perdite in azionamenti elettrici a basso costo.
- Dal 2006 collabora alle attività dei comitati Industrial Drives e Electrical Machines della Industry Applications Society.
- In Luglio 2008 è risultato beneficiario di un voucher nell'ambito del progetto "Piano ICT per l'Eccellenza del settore Hi-tech nel territorio Catanese (ICT-E1)", per la costituzione di uno Spin-off Accademico nel settore delle "Tecnologie elettriche ed elettroniche per la conversione di energia e l'automazione industriale".
- Nel 2010 ha brevettato con altri un sistema e metodo di controllo per l'ottimizzazione energetica di azionamenti con motori in corrente alternata, basato sul controllo del fattore di potenza.
- Dal 2004 è membro dell'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- L'Ing. Giacomo Scelba è autore di 57 lavori scientifici che soddisfano ai requisiti di legge, di cui 9 pubblicati su riviste internazionali.

2. ATTIVITÀ SCIENTIFICA

2.1 ATTIVITÀ DI RICERCA E PUBBLICAZIONI

L'Ing. Giacomo Scelba ha svolto la propria attività scientifica a Catania presso il gruppo di macchine elettriche ed elettronica di potenza in cui si trova dal 2002. L'attività di ricerca dell'Ing. Scelba è stata da sempre svolta in collaborazione con altre sedi universitarie in Italia e all'estero, con altri centri di ricerca e aziende (PARMON Misterbianco CT, ST-Microelectronics Catania, Rockwell Automation USA).

Le tematiche di ricerca affrontate dall'Ing. Giacomo Scelba sono:

1. Tecniche di controllo vettoriale sensorless;
2. Ottimizzazione energetica degli azionamenti elettrici;
3. Riduzione delle emissioni elettromagnetiche negli azionamenti elettrici;
4. Controllo di sistemi elettrici di generazione da fonti rinnovabili;
5. Convertitori e Azionamenti per applicazioni di demotica;
6. Stima dei parametri elettrici di motori asincroni.

LS²

1. Tecniche di controllo vettoriale sensorless

[R1] [R2] [R3] [R5] [R6] [R7] [C1] [C2] [C3] [C4] [C6] [C7] [C8] [C9] [C11] [C14] [C15] [C16] [C19] [C20] [C21] [C23] [C24] [C26] [C27] [C28] [C31] [C35] [C36]

È noto che la maggior parte degli algoritmi di controllo vettoriale dei motori in corrente alternata richiede la conoscenza della posizione istantanea del rotore, per orientare correttamente il vettore della corrente di statore rispetto al vettore flusso rotorico. Tale informazione è in genere ottenuta mediante un sensore di posizione che, tuttavia, incide notevolmente sul costo globale dell'azionamento, ne aumenta gli ingombri e può ridurne l'affidabilità. Ecco perché lo sviluppo di sistemi di controllo sensorless ha da sempre costituito un'alternativa interessante, coadiuvata a tutt'oggi da un'intensa attività di ricerca. Generalmente le strategie di controllo sensorless tradizionali calcolano la posizione del rotore elaborando le variabili tensione e corrente. Gli approcci più comuni sono basati sulla stima del flusso rotorico per mezzo dell'integrazione delle forze elettromotrici. Tali strategie sono molto semplici da implementare, ma falliscono a velocità zero o prossime allo zero poiché a tale velocità le forze elettromotrici sono nulle o molto piccole. Il problema può essere facilmente superato iniettando ai terminali della macchina elettrica un segnale ad alta frequenza, aggiunto all'alimentazione principale per creare un'eccitazione permanente, svincolata dal punto di lavoro e quindi esistente anche a velocità nulla. Da circa un decennio, in questo campo specifico del controllo sensorless a basse velocità, il gruppo di ricerca in cui opera l'Ing. Scelba ha dato un notevole contributo con un'intensa attività scientifica, testimoniata dalla pubblicazione di numerosi articoli, alcuni pubblicati su rivista e premiati a livello internazionale, tre brevetti internazionali, due progetti PRIN e diversi contratti di ricerca. L'Ing. Scelba si è inserito in questa attività sin dalla fine del 2001, cioè da quando iniziò a lavorare sulla tesi di laurea ed ebbe a continuare anche nel triennio successivo per lo svolgimento della tesi di Dottorato.

La maggior parte delle tecniche presenti in letteratura agisce leggendo la risposta alla sollecitazione aggiuntiva ad alta frequenza, che è funzione delle anisotropie (presenti o indotte appositamente nella macchina elettrica) e quindi utilizzando il segnale ad alta frequenza come uno "strumento di rilevazione". In realtà, l'iniezione di un segnale ad alta frequenza crea modifiche, se pur piccole, dello stato del sistema. Su questo si basa una delle tecniche sviluppate a Catania già dal 1999, che di seguito verrà indicata con il termine ZSST (Zero Sequence Sensorless Technique). Il campo rotante o pulsante ad alta frequenza, infatti, componendosi col normale campo della macchina, provoca una modulazione del livello di saturazione. È stato dimostrato che tale effetto è funzione della posizione reciproca del campo di alta e di bassa frequenza e che, in presenza di saturazione, la modulazione del livello di saturazione è ben visibile sul flusso di sequenza zero e sulla tensione di sequenza zero. Determinando le oscillazioni ad alta frequenza di quest'ultima, è quindi possibile ricavare in maniera agevole la posizione incognita del flusso al traferro. I risultati sperimentali dimostrano come la tecnica proposta operi correttamente a frequenza nulla su macchine isotrope e che sia solo minimamente influenzata dalle variazioni di carico, da eventuali asimmetrie magnetiche o effetti secondari della saturazione, giustificandone quindi l'applicazione. La pubblicazione

[C1] propone l'uso della tecnica proposta come metodo per stimare la velocità del rotore in azionamenti sensorless; in questo lavoro, la velocità è stimata a partire dalla componente di alta frequenza della velocità del flusso di rotore e dalle correnti di statore. La componente ad alta frequenza presente sulla velocità del flusso di rotore è misurata indirettamente dalla tensione omopolare della macchina, consentendo in questo modo di avere una stima della velocità di rotore della macchina in qualunque condizione di carico, anche a velocità nulla.

Nella pubblicazione [R1] la tecnica proposta è stata utilizzata abbassando ulteriormente la frequenza del segnale iniettato (60 Hz) a fronte di un campo principale a frequenza molto bassa (< 2 Hz). La componente in bassa frequenza (0÷5 Hz) del segnale di sequenza zero è stata isolata attraverso una procedura di demodulazione e da essa è stata calcolata la posizione del flusso al traferro.

Nella pubblicazione [C3] la modulazione del livello di saturazione è stata ottenuta con due campi pulsanti a frequenza diversa (245 e 135 Hz) disposti ortogonalmente nello spazio. Filtrando separatamente le due componenti a frequenza diversa della tensione di sequenza zero e demodulando, sono stati ottenuti due segnali in bassa frequenza che, inviati al ben noto algoritmo Resolver-to-Digital, hanno permesso di calcolare la posizione del flusso al traferro.

L'attività di ricerca ha riguardato anche altri aspetti delle tecniche sensorless basate sull'iniezione di segnali aggiuntivi. Prendendo spunto dalla tecnica di controllo sensorless descritta in precedenza, l'attività di ricerca è stata indirizzata allo sviluppo di un'analisi sia teorica che sperimentale, in grado di descrivere, mediante anche l'uso di opportuni modelli, l'impatto dell'alimentazione ad alta frequenza sulla macchina elettrica. Infatti l'esigenza di valutare qualitativamente e quantitativamente la presenza di più campi elettromagnetici e la reale portata degli inconvenienti causati dall'iniezione di segnali ad alta frequenza, non è ancora stata completamente soddisfatta. La pubblicazione [R3], che è la versione su rivista dell'articolo "Saturation Modulation in Voltage Zero Sequence Based Encoderless Techniques - Part II : Implementation Issues", pubblicato su IEEE IEMDC 2005 [C4], presenta in dettaglio l'implementazione della tecnica sensorless proposta; nello stesso lavoro sono state fornite alcune soluzioni pratiche, d'interesse anche per altre tecniche sensorless con iniezione di segnali ad alta frequenza. Le pubblicazioni [R5,C8] presentano il calcolo analitico della componente di sequenza zero del flusso al traferro definendo opportune funzioni d'avvolgimento per calcolare le induttanze di auto e di mutua e adottando una nuova funzione per modellare la variazione del livello di saturazione. Ciò ha permesso, in presenza del campo principale e del campo addizionale ad alta frequenza, di definire con maggior dettaglio il contenuto armonico delle varie grandezze. La pubblicazione [C11] descrive una differente implementazione della ZSST per un motore sincrono a magneti permanenti superficiali. In questo caso si usa un algoritmo di demodulazione che permette di estrarre dalla componente di alta frequenza della tensione omopolare due segnali ortogonali con la stessa frequenza del flusso al traferro. Dai segnali ottenuti si estrae la posizione angolare del flusso al traferro mediante una ulteriore demodulazione di tipo eterodina.

Il modello ottenuto dalle pubblicazioni [R5,C8] è stato anche utilizzato per lo sviluppo di un nuovo metodo di stima della posizione del flusso al traferro [C21]. In questo caso, il modello analitico del flusso al traferro

è usato all'interno di una struttura ad anello ad aggancio di fase per calcolare le ampiezze di alcune armoniche presenti nella tensione omopolare.

La pubblicazione [C2] propone una nuova tecnica di stima della posizione angolare per motori asincroni trifase, capace di imporre il corretto orientamento di campo attraverso la continua minimizzazione dell'ampiezza della corrente di statore; il sistema risulta così in condizioni di massima coppia a parità di corrente (MTPA). In questo modo si ottiene una stima della posizione angolare del flusso di rotore insensibile alle variazioni parametriche e legata univocamente alla posizione della corrente di statore.

Un'altra tecnica di controllo sensorless che utilizza l'iniezione di segnali ad alta frequenza è stata sviluppata a Catania e brevettata per il controllo vettoriale a velocità nulla di macchine anisotrope. Essa sfrutta il ben noto principio della deviazione, che avviene in presenza di anisotropia, del flusso rispetto alla forza magnetomotrice che lo produce. Trasferendo questo concetto a un campo addizionale, pulsante ad alta frequenza, iniettato in una determinata direzione dello spazio, il flusso ad alta frequenza prodotto da tale campo mostrerà una componente sull'asse ortogonale all'asse d'iniezione soltanto in presenza del fenomeno della deviazione, causata dall'anisotropia. Avrà invece componente ortogonale nulla se l'asse d'iniezione coincide con l'asse diretto o con l'asse in quadratura della macchina stessa. Cercando di minimizzare l'ampiezza del segnale misurato sull'asse ortogonale a quello d'iniezione, è quindi possibile implementare un algoritmo di 'flux-tracking' molto robusto, in grado di agganciare l'asse d'iniezione all'asse diretto della macchina in ogni condizione e determinare quindi la posizione del rotore. Nelle pubblicazioni [C6,R2] tale tecnica è stata applicata rispettivamente a un IPMSM e a un motore sincrono a riluttanza. Nella pubblicazione [C7] il principio del 'flux deviation' è stato impiegato iniettando due segnali pulsanti a frequenza diversa su due assi stazionari disposti spazialmente a 45° . Leggendo sui rispettivi assi ortogonali e demodulando si ottengono due segnali a bassa frequenza sfasati di 90° , da inviare all'algoritmo Resolver-to-Digital che calcola la posizione del rotore. Infine nella pubblicazione [C14] la tecnica 'flux deviation' è stata utilizzata per la parte 'starter' di un IPM usato come 'Starter-Generator'. In tale applicazione, la tecnica di controllo sensorless con iniezione di segnali ad alta frequenza, utilizzata alle basse velocità, è stata integrata con tecniche di controllo sensorless tradizionali, in modo da coprire l'ampio intervallo di velocità richiesto. Le pubblicazioni [C20, C24, R7] studiano il comportamento delle tecniche sensorless basate sull'iniezione di segnali sinusoidali addizionali ad alta frequenza in motori IPMSM, durante il regime a diverse condizioni di carico ed i transitori di coppia. Tale analisi mostra che quando nel controllo dell'azionamento sono incluse tecniche di ottimizzazione energetica MTPA, la stima sensorless può seriamente inficiare la stabilità e comportamento dell'azionamento. In queste pubblicazioni si suggeriscono utili modifiche sull'anello di corrente del controllo vettoriale in modo da migliorare le prestazioni dell'azionamento sensorless. Le prove sperimentali sono state realizzate sfruttando una tecnica sensorless sviluppata a Catania ed indicata di seguito con HFSC, che permette di stimare la posizione di rotore in macchine sincrone anisotrope attraverso il calcolo del quadrato del modulo della corrente di alta frequenza. Infatti, supponendo di considerare una macchina sincrona con una singola salienza, alimentata con una terna simmetrica di tensioni addizionali ad alta frequenza, l'ampiezza del vettore corrente di alta frequenza è legata alla posizione di rotore. In

particolare, i punti di massimo e minimo di questa grandezza sono legate alle direzioni di massima e minima riluttanza della macchina. Questa particolare caratteristica permette di stimare la posizione di rotore semplicemente conoscendo la posizione del vettore di tensione addizionale e individuando gli eventi di massimo e minimo del vettore corrente di alta frequenza.

Nelle pubblicazioni [C16,C23] tale tecnica è stata implementata per lo sviluppo di un controllo sensorless per servosterzi elettrici. La realizzazione sia completamente digitale che mediante circuiti analogici a basso costo mostra che questa strategia sensorless è capace di operare in un ampio intervallo operativo di velocità e coppie.

Nelle macchine sincrone anisotrope, l'iniezione di un campo rotante ad alta frequenza permette di rilevare informazioni utili sulla posizione di rotore anche analizzando lo sfasamento reciproco tra le componenti di alta frequenza della corrente di statore, misurate in un sistema di riferimento ortogonale non sincrono con la velocità di rotore. In [C27] viene proposto un nuovo algoritmo di demodulazione basato su un anello ad aggancio di fase; tale algoritmo modifica la velocità del sistema di riferimento ortogonale dove sono misurate le correnti di alta frequenza, in modo da eliminare la variabilità dello sfasamento reciproco tra le componenti di alta frequenza della corrente di statore. L'algoritmo oltre ad essere efficace in un ampio range di frequenza e per diverse tipologie di macchine, risulta semplice da realizzare.

L'iniezione di segnali addizionali limita l'uso del bus DC dell'inverter e quindi della coppia prodotta dalla macchina durante i transitori. Nella pubblicazione [C28] si mostrano questi limiti intrinseci nel caso di controlli sensorless per IPMSM e si propone l'uso di un opportuno modello meccanico della macchina durante i transitori dove sono richieste elevate coppie.

Nelle pubblicazioni [C15, R6] è mostrato un confronto tra le prestazioni di due tecniche di controllo sensorless a basso costo, basate sul modello della macchina elettrica. Il confronto mette in risalto le principali differenze in termini di risorse computazionali, costi, ed influenza delle variazioni parametriche sulla stima, tra una tecnica sensorless che utilizza un osservatore del flusso di rotore ad anello aperto ed una che usa un osservatore di Luenberger.

La pubblicazione [C35] propone l'uso di una piattaforma di simulazione che combina l'analisi agli elementi finite e l'analisi temporale per valutare le prestazioni delle tecniche di controllo sensorless per motori in alternata. In questo lavoro, tale piattaforma è usata per valutare alcune strategie sensorless basate sull'iniezione di segnali addizionali ad alta frequenza in un motore IPMSM; le tecniche sono state analizzate a differenti condizioni di carico e iniezione, evidenziando gli effetti della saturazione e salienze multiple sulla qualità della stima ottenuta.

Altro aspetto interessante che riguarda le strategie di controllo sensorless è il loro comportamento in condizioni anomale di funzionamento dell'azionamento, come nel caso in cui si presentano dei guasti sull'inverter, sul sistema di raddrizzamento oppure siano presenti variazioni della tensione di rete. Queste particolari condizioni operative possono seriamente limitare le prestazioni dell'azionamento sensorless. Nelle pubblicazioni [C31, C36] vengono studiati gli effetti di queste condizioni anomale sulla stima sensorless, sia nel caso di strategia basata sull'iniezione di segnali addizionali, sia nel caso di metodo basato

sul modello della macchina. In entrambi i casi lo studio è svolto su un azionamento per IPMSM; in [C36] viene anche proposta una nuova strategia sensorless robusta ai guasti che producono l'apertura di una fase della macchina.

I contributi invitati ai Workshop di Malta, Varsavia e Barcellona [C9, C27,C28], di cui gli ultimi due presentati dall'Ing. Scelba, sono stati una sintesi delle attività di ricerca più recenti sviluppate a Catania, nell'ambito del controllo sensorless con iniezione di segnali ad alta frequenza.

Parte dell'attività di ricerca sopra descritta sul sensorless è stata realizzata nell'ambito delle attività della U.O. di Catania all'interno del PRIN 2006 dal titolo "Azionamenti Sensorless per Sistemi Integrati in Applicazioni Industriali e Automobilistiche".

2. Ottimizzazione energetica degli azionamenti elettrici

[R4] [C5] [C10] [C18] [C29] [C33]] [C34]

La maniera classica di operare il controllo degli azionamenti elettrici, nell'intervallo di velocità che va da zero al valore nominale, è quella di mantenere il flusso costante, anch'esso pari al suo valore nominale. Agendo in questo modo, è possibile controllare agevolmente la coppia che, in queste condizioni, è proporzionale alla componente della corrente statorica in quadratura con il flusso, riducendo i transitori di flusso. Questa soluzione rappresenta l'ottimo in termini di prestazioni dinamiche, tuttavia non è la soluzione che permette alla macchina elettrica di lavorare con il massimo rendimento. Infatti, a partire dai valori coppia velocità richiesti dal carico, bilanciando opportunamente le perdite nel ferro legate al flusso e le perdite nel rame legate alla corrente assorbita, si può provare che esiste un valore di flusso ottimo che minimizza le perdite e quindi massimizza il rendimento. Nel controllo vettoriale la tecnica MTPA (Maximum Torque per Ampere) realizza l'uguaglianza, a meno di un valore assoluto, tra le componenti istantanee della corrente statorica di asse d e di asse q, che controllano rispettivamente il flusso e la coppia. Da confronti esistenti in letteratura si può vedere che la retta che caratterizza la tecnica MTPA è molto vicina alle traiettorie di flusso ottimo di minime perdite, calcolate valutando le singole componenti delle perdite della macchina elettrica. Non a torto, quindi, la tecnica MTPA può essere considerata una tecnica di ottimizzazione energetica. Nella pubblicazione [C5] ci si è posti il problema di applicare la tecnica MTPA al controllo scalare di un motore asincrono. Ciò è stato realizzato in maniera 'indiretta' osservando che: se durante il controllo vettoriale con tecnica MTPA, il valore della pulsazione di scorrimento è costante e pari a $\pm 1/T_r$, dove T_r rappresenta la costante di tempo rotorica, in maniera duale, effettuando un controllo dello scorrimento e facendo in modo che la pulsazione di scorrimento sia costante e pari proprio al valore $\pm 1/T_r$, si può affermare che la macchina è controllata secondo la MTPA, anche senza avere a disposizione la retroazione della corrente. Nelle pubblicazioni [R4,C10] sono stati analizzati e risolti anche alcuni limiti di quest'algoritmo di controllo, quali il problema del superamento del flusso nominale in alcune condizioni di funzionamento e dell'inversione di coppia, e sono stati messi a punto alcuni schemi per una corretta implementazione. I risultati sperimentali mostrano l'applicabilità della tecnica proposta a tutti gli azionamenti a bassissimo costo, bassa dinamica e con un regime di carico non sempre massimo, dove alcune

volte si opera con il controllo V/f costante e in cui l'ottimizzazione energetica può portare a considerevoli risparmi. Il limite principale della tecnica proposta nelle precedenti pubblicazioni e l'uso di una retroazione di velocità. Questo inconveniente viene superato nella pubblicazione [C29], dove il controllo del fattore di potenza permette di realizzare il controllo con ottimizzazione energetica MTPA senza richiedere la misura della velocità di rotore. In questa pubblicazione si mostra che, rispetto al tradizionale controllo scalare V/f costante, il controllo proposto consente anche una riduzione del ripple sul bus DC, un incremento dell'efficienza dell'intero azionamento e una riduzione delle correnti assorbite dall'azionamento, tutto questo in un ampio campo operativo.

Anche il controllo scalare per motori sincroni a magneti permanenti riveste particolare importanza in tutte quelle applicazioni dove le prestazioni richieste dall'azionamento non sono particolarmente gravose e dove è economicamente importante l'uso di unità di controllo a basso costo. In questo ambito, è stata sviluppata e presentata nelle pubblicazioni [C33,C34] una nuova strategia di controllo, che sfrutta la misura del modulo e fase della corrente di statore per calcolare un valore di fattore di potenza ottimo che garantisce nella macchina la condizione di Massima Coppia a Parità di Corrente per velocità inferiori a quella base e la condizione di deflussaggio per velocità superiori. Il controllo modifica l'ampiezza della tensione di statore per ogni condizione operativa, in modo da imporre con semplici relazioni analitiche il valore di flusso ottimale di statore. Il controllo realizzato opera senza retroazione di velocità ed introduce un effetto stabilizzante all'azionamento sia a regime che in transitorio.

Nella realizzazione di tecniche di ottimizzazione energetica in controlli vettoriali per motori sincroni anisotropi, risulta essenziale compensare gli effetti di non linearità che caratterizzano tali macchine, come la saturazione e la ridistribuzione del flusso al traferro. Nella pubblicazione [C18] viene proposto un metodo analitico da applicare alle leggi di controllo di ottimizzazione energetica che governano qualunque condizione operativa di motori sincroni a magneti permanenti interni, inclusa la regione di deflussaggio. Tale metodo fa uso di un modello non lineare della macchina sincrona che include nei termini induttivi gli effetti della saturazione e di accoppiamento magnetico tra gli assi diretti ed in quadratura. Le nuove traiettorie del vettore corrente di statore ottenute con l'approccio proposto contengono, rispetto ai modelli tradizionali, termini aggiuntivi che, anche se trascurabili a regime, influenzano il comportamento ottimale dell'azionamento in transitorio. Si migliorano in questo modo le prestazioni dell'azionamento in transitorio e i limiti operativi del controllo.

3 Riduzione delle emissioni elettromagnetiche negli azionamenti elettrici

[C12] [C22]

Una delle più importanti sorgenti di inquinamento elettromagnetico è oggi costituita dai convertitori statici a commutazione. La commutazione dei dispositivi di potenza è infatti accompagnata dalla generazione di disturbi ad alta frequenza in grado di propagarsi nell'ambiente circostante, causando interferenze ai sistemi di comunicazione e in generale ad ogni tipo di strumentazione elettronica.

Per ridurre le interferenze elettromagnetiche è necessario attenuare le correnti parassite ad alta frequenza. Ciò è in genere ottenuto mediante opportuni filtri, che però tendono ad incrementare il costo e le dimensioni dei convertitori.

Dallo studio delle interazioni tra le variazioni della tensione di modo comune e le correnti di modo comune ad alta frequenza, è stata sviluppata in Catania una tecnica di modulazione che, limitando le variazioni della tensione di modo comune in un normale azionamento trifase, permette di ridurre drasticamente le emissioni elettromagnetiche. Nel metodo proposto, la variabilità della tensione di modo comune si limita drasticamente usando solo gli stati pari o solo gli stati dispari dell'inverter in funzione della posizione del vettore tensione di riferimento applicato al motore. L'approccio proposto consente tuttavia di ottenere una tensione massima di alimentazione per il motore ridotta rispetto ai sistemi convenzionali. Inoltre, in tale tecnica la variabilità della tensione di modo comune risulta anche legata al tempo morto introdotto nelle commutazioni dei dispositivi di potenza. Per superare l'aleatorietà sul valore della tensione di modo comune durante il tempo morto, nella pubblicazione [C12] la modulazione utilizzata è modificata inserendo opportunamente dei buchi sulle forme d'onda di comando dei dispositivi di potenza, di durata pari al tempo morto utilizzato nella modulazione. In questo modo si riduce ulteriormente il contenuto armonico delle correnti di modo comune di alta frequenza. Il limite sul valore massimo di tensione ottenibile è incrementato mediante alcune soluzioni tecniche presentate nella pubblicazione [C22]; tali tecniche ampliano la regione di utilizzo dell'azionamento inglobando la tecnica di modulazione Space Vector Modulation standard in quelle condizioni operative dove la tecnica proposta non è utilizzabile.

4. Sistemi elettrici di generazione da fonti rinnovabili.

[C13] [C30] [C32]

La crescente domanda di energia elettrica, unita all'impegno da parte dei paesi più industrializzati a ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera hanno sicuramente contribuito, in questi ultimi anni, ad aumentare l'interesse del mondo scientifico sulle possibilità di utilizzo concreto di fonti energetiche non inquinanti. La tecnologia impiegata per produrre energia a partire da tali fonti, eolica, solare, geotermica, ecc., in alcuni casi è sufficientemente matura e presenta alcuni margini di miglioramento in altri, come nel caso del fotovoltaico. L'energia prodotta da fonti rinnovabili può essere ad esempio impiegata per creare piccoli sistemi di generazione distribuita in applicazioni stazionarie, oppure a bordo di autoveicoli elettrici e ibridi, ma anche convenzionali.

Nella pubblicazione [C13] è stato considerato l'utilizzo di pannelli fotovoltaici per caricare il pacco batterie a bordo di veicoli elettrici o ibridi. Analizzando le problematiche concernenti il pacco batterie, si è riscontrato che il principale problema è costituito dalla disparità della carica. Infatti, a causa della dispersione dei parametri interni delle singole batterie, dopo alcuni cicli di carica e scarica, si riscontrano importanti disuguaglianze dello stato di carica delle singole batterie, rispetto allo stato di carica medio dell'intero pacco. Il principale effetto di questo sbilanciamento è la diminuzione del tempo di vita del pacco batterie stesso, nonché una degradazione delle prestazioni del sistema. Soluzioni proposte in letteratura

prevedono un Flyback multi-uscita, ovvero, con diversi secondari del trasformatore HF ed altrettanti circuiti d'uscita, ognuno che alimenti una o un gruppo limitato di batterie. Così facendo il convertitore eroga una corrente, per ogni uscita, inversamente proporzionale alla tensione della batteria alla quale l'uscita è collegata, in pratica andando a caricare di più la batteria più scarica, fino ad ottenere l'equalizzazione della carica di tutte le batterie connesse. Nella pubblicazione viene fornito un algoritmo in grado di valutare lo stato di carica delle singole batterie in un pacco batterie al piombo-acido. Test sperimentali condotti sul pacco batterie di una Panda Elettra dimostrano la validità del modello.

Nella pubblicazione [C30], si confrontano due tecniche di controllo vettoriali sensorless per generatori sincroni a magneti permanenti utilizzati in turbine eoliche ad asse verticale (VAWTs). Queste turbine sono capaci di estrarre energia indipendentemente dalla direzione del vento; inoltre esse hanno un basso impatto acustico e visivo rispetto alle tradizionali turbine ad asse orizzontali. Le VAWTs che sono in grado di estrarre energia da venti turbolenti tipici di un ambiente urbano, richiedono specifiche strategie di controllo. In questo lavoro sono state analizzate le prestazioni di una particolare turbina ad asse verticale, nel caso in cui si utilizzi un controllo vettoriale sensorless basato sul modello della macchina, a campo orientato con il flusso di rotore (RFOC) e nel caso si utilizzi un controllo diretto di coppia (DTC). In particolare, sono stati studiati i comportamenti dinamici del sistema ed è stata valutata l'energia estratta durante improvvise raffiche di vento.

Per quanto riguarda il rilevamento della fase della tensione di rete nei sistemi di generazione distribuiti è oramai assodato che tale aspetto risulta critico per quanto riguarda la sincronizzazione alla rete elettrica ed il controllo di potenza attiva e reattiva; la misura della fase della tensione di rete risulta difficile soprattutto nei sistemi monofase, dove, gli algoritmi di rilevamento sono più complessi. La difficoltà nel rilevamento di questa grandezza è fortemente legato alle condizioni della rete; infatti, le connessioni dei generatori distribuiti possono avvenire in punti dove la tensione di rete risulta particolarmente distorta dalla presenza di armoniche addizionali, oppure dove possono verificarsi frequenti variazioni sulla sua ampiezza e frequenza. Queste condizioni possono causare la sconnessione dalla rete dei generatori distribuiti. Nella pubblicazione [C32] sono stati confrontate diversi algoritmi utilizzati per rilevare la fase della tensione di rete, mostrando vantaggi e svantaggi in presenza di rete distorta da sags, swells, dips, oppure nel caso in cui si presenti uno step di frequenza o di fase.

5. Convertitori e azionamenti per applicazioni di domotica

[C33]

Il mercato degli azionamenti di piccola potenza per applicazioni civili (elettrodomestici, condizionamento ambientale, sistemi di ventilazione, ecc.) ha sempre privilegiato la riduzione del costo piuttosto che le prestazioni o il rendimento. Gli azionamenti per applicazioni civili sono caratterizzati, rispetto agli azionamenti industriali, da ridotte potenze e da produzioni in larghissima serie.

Nelle applicazioni domotiche odierne il convertitore deve includere uno stadio di regolazione del fattore di potenza per soddisfare le vigenti normative in termini di qualità della potenza in rete. Per la specifica

applicazione, particolarmente interessanti risultano i circuiti a basso costo facilmente integrabili e le topologie in grado di svolgere, contemporaneamente e con numero minimo di componenti attivi e passivi, la funzione di Power Factor Controller (PFC) e di sistema di alimentazione..

Nella pubblicazione [C33] è proposta una topologia di convertitore a quattro dispositivi derivato dallo schema del convertitore C-dump; tale convertitore è stato realizzato sperimentalmente e verificato in un azionamento equipaggiato con un motore Switched Reluctance. Tale struttura consente di ridurre il numero dei dispositivi di potenza necessari. Inoltre, tali dispositivi hanno gli emettitori tutti collegati a massa consentendo una semplice integrazione.

La struttura del convertitore è stata modificata rispetto a quella tradizionale del C-dump, al fine di ridurre la tensione del condensatore di dump, aumentando al contempo il rendimento dell'azionamento. Questo è possibile grazie ai diversi percorsi di corrente aggiuntivi. Infatti, durante la fase di ricircolo, in alcuni istanti la corrente attraversa il primario di un trasformatore HF, il cui secondario rigenera l'energia nel filtro capacitivo agendo anche da PFC, mentre in un periodo seguente la corrente è direttamente utilizzata per energizzare la fase seguente, aumentando il rendimento.

6. Stima dei parametri elettrici di motori asincroni

[C25]

La stima dei parametri delle macchine elettriche è un aspetto molto importante da prendere in considerazione per il loro corretto controllo. Molte tecniche di ottimizzazione energetica sia di tipo scalare che vettoriale richiedono la conoscenza di alcuni o tutti i parametri del motore, così come le tecniche di controllo sensorless basate sul modello della macchina. Differenti tecniche sono state proposte nel passato per la stima dei parametri in motori asincroni trifase e tra queste, le prove a vuoto o rotore bloccato sono le più diffuse. In questo caso però si fanno alcune assunzioni semplificative sulla distribuzione dei flussi di dispersione e magnetizzante. Altre tecniche fanno uso dell'analisi agli elementi finiti consente la stima dei parametri della macchina senza effettuare nessun test sul sistema reale ed in maniera più accurata. Molte altre tecniche sono state presentate in passato, che migliorano la stima dei parametri ma richiedono opportuni strumenti e configurazioni della macchina.

Nel caso in cui il motore sia alimentato mediante inverter, risulta utile poter effettuare la stima dei parametri della macchina utilizzando lo stesso inverter. Nella pubblicazione [C25] la stima dei parametri induttivi della macchina è realizzata effettuando tre test a rotore bloccato. Il vantaggio principale del metodo proposto sta nell'uso di semplici relazioni analitiche che permettono di stimare l'induttanza magnetizzante della macchina e le due induttanze di dispersione senza incrementare le risorse computazionali richieste all'unità di controllo.

2.2 ATTIVITÀ DI REVISIONE

L'Ing. Giacomo Scelba è revisore delle seguenti riviste.

- IEEE Transactions on Industry Applications

- IEEE Transactions on Power Electronics

è inoltre revisore di numerosi congressi tra i quali EPE, ISIE, IEMDC, ECCE, ICEM

2.3 BREVETTI

Titolo "Sistema e metodo di controllo per l'ottimizzazione energetica di azionamenti con motori in corrente alternata".

Numero di brevetto: 720/A000003.

Data di rilascio: 17 Marzo 2010.

Assegnatario: Università degli Studi di Catania

Inventori: Mario Cacciato, Alfio Consoli, Giuseppe Scarcella, Giacomo Scelba.

2.4 PARTECIPAZIONE A CONGRESSI

L'Ing. Giacomo Scelba ha partecipato ai seguenti congressi, nei quali ha presentato personalmente i lavori scientifici che ha pubblicato:

IEMDC 2005 San Antonio Texas (USA), 15-18 Maggio 2005

SPEEDAM 2006 Taormina, 23-26 Maggio

IEMDC 2007 Antalya (Turchia), 3-5 Maggio

ACEMP 2007 Bodrum (Turchia), 10-12 Settembre

SPEEDAM 2008 Ischia, 11-13 Giugno

II Workshop on Sensorless Controls 2008 Varsavia (Polonia), 29 Agosto

IAS 2008 Edmonton (Canada) 5-9 Ottobre

III Workshop on Sensorless Controls 2009 Barcellona (Spagna), 11 Settembre

ECCE 2009 San Jose California (USA), 20-24 Settembre

PCIM 2010 Norimberga (Germania) 4-6 Maggio

EPE PEMC 2010 Ohrid (Macedonia) 6-8 Settembre

SLED 2010 Padova (Italia) 9-10 Luglio

IEMDC 2011 Niagara Falls (Canada) 15-18 Maggio

ECCE 2011 Phoenix (Arizona, USA) 17-22 Settembre

ECCE 2012 Raleigh (North Carolina, USA) 15-20 Settembre

SLED 2012 Milwaukee (Wisconsin, USA) 21-22 Settembre

L'Ing. Giacomo Scelba ha inoltre partecipato alle riunioni del gruppo CMAE che si sono tenute a Torino nel 2006, a Bari nel 2007, a Bologna nel 2008 e a Milano nel 2011.

3. ATTIVITÀ DIDATTICA

3.1 LEZIONI ED ESERCITAZIONI

L'Ing. Giacomo Scelba ha tenuto i seguenti insegnamenti:

- [1] Incarico di docenza per n° 30 ore del modulo di "Conversione Elettromeccanica dell'Energia 2" nel master universitario di II livello "Sistemi di produzione dell'idrogeno e mezzi di trasporto con celle a combustibile", organizzato dall'Università degli Studi di Messina nell' a.a. 2007-2008.
- [2] Incarico di docenza per n° 26 ore del modulo di "Propulsione elettrica ed ibrida per mezzi terrestri e navali" nel master universitario di II livello "Sistemi di produzione dell'idrogeno e mezzi di trasporto con celle a combustibile", organizzato dall'Università degli Studi di Messina nell' a.a. 2007-2008.
- [3] Incarico di docenza per n° 20 ore del modulo di "Laboratorio didattico di elettronica per applicazioni industriali " nel corso SISIS (Scuola Interuniversitaria Siciliana di Specializzazione per l'Insegnamento nella Scuola Secondaria) - Corso Speciale (Legge 143) di Durata Annuale per il Conseguimento dell'Abilitazione all'Insegnamento nella Scuola Secondaria di 1° e 2° Grado, presso la facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Messina nell' a.a. 2007-2008.
- [4] Incarico di docenza per n° 20 ore del modulo di "Laboratorio didattico di elettronica per applicazioni industriali " nel corso SISIS (Scuola Interuniversitaria Siciliana di Specializzazione per l'Insegnamento nella Scuola Secondaria) - Corso Speciale (Legge 143) di Durata Annuale per il Conseguimento dell'Abilitazione all'Insegnamento nella Scuola Secondaria di 1° e 2° Grado, presso la facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Messina nell' a.a. 2008-2009.
- [5] Incarico di docenza del modulo di "Applicazioni di base sui microcontrollori PIC" per complessive 30 ore e del modulo di "Azionamenti elettrici con i microcontrollori PIC", per complessive 36 ore, organizzato dall'istituto IPSIA Galileo Ferraris di Ragusa, sede coordinata di ISPICA, nell' a.a. 2008-2009.
- [6] Incarico di docenza del modulo di "Progetto e calcolo di impianti eolici" per complessive 40 ore, organizzato dall'istituto IPSIA G. Curcio di Ispica, nell' a.a. 2009-2010.
- [7] Incarico di docenza per n° 60 ore, 6 CFU, dell'insegnamento "Azionamenti Elettrici" nell'ambito del corso di laurea triennale di ingegneria elettrica dell'Università degli Studi di Catania nell' a.a. 2010-2011.
- [8] Incarico di docenza per n° 20 ore del modulo di "Decentramento della Produzione di Energia Elettrica", nel master universitario di II livello "Tecnologie delle Energie Rinnovabili e del Risparmio Energetico T.E.R.R.E.", organizzato dall'Università degli Studi di Messina nell' a.a. 2011-2012.
- [9] Incarico di docenza per n° 60 ore, 6 CFU, dell'insegnamento "Azionamenti Elettrici" nell'ambito del corso di laurea triennale di ingegneria elettrica dell'Università degli Studi di Catania nell' a.a. 2011-2012.

Tutti gli insegnamenti sono stati svolti con adeguato numero di lezioni ed esercitazioni e sono stati sviluppati con impegno, chiarezza espositiva e rigore scientifico.

3.2 TESI DI LAUREA

Sin dal 2004 l'ing. Scelba è stato correlatore e relatore di numerose Tesi di Laurea, molte delle quali a carattere sperimentale, sui temi concernenti la Modellistica, gli Azionamenti Elettrici, l'Elettronica di Potenza e l'Energetica Elettrica.

3.3. ATTIVITÀ DI LABORATORIO

L'ing. Scelba ha iniziato l'attività di laboratorio sin dal 2001 durante lo svolgimento della tesi di laurea, implementando tecniche di controllo vettoriale sensorless, sviluppate su DSP, valutandone sperimentalmente i risultati. L'attività è proseguita durante il Dottorato di Ricerca.

Nel corso degli anni ha contribuito a organizzare e sviluppare i laboratori di ricerca e quelli dedicati alla didattica del Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e dei Sistemi dell'Università di Catania, maturando una notevole esperienza nel campo della gestione delle attività di laboratorio.

E' responsabile dei Laboratori di Azionamenti Elettrici del CePTIT-DIEES, che egli ha contribuito a realizzare sin dal 2002.

Le attività dei laboratori per la didattica sono volte, principalmente, allo svolgimento delle prove sulle macchine e gli azionamenti elettrici per i Corsi di Laurea Triennale e Specialistica in Ingegneria Elettrica ed in Ingegneria dell'Automazione.

Le attività dei laboratori di ricerca sono per lo più volte allo sviluppo di prototipi di sistemi elettrici ed elettronici oggetto delle pubblicazioni scientifiche e delle Tesi di Dottorato.

4. ATTIVITÀ RELATIVE A PROGETTI DI RICERCA, CONTRATTI E CONVENZIONI

L' Ing. Giacomo Scelba è impegnato in diverse attività relative a progetti di ricerca, contratti e convenzioni nei settori delle macchine elettriche e degli azionamenti elettrici. In particolare:

Progetto di Ricerca ECPE, Nuremberg dal titolo: "Components and Converters for Photovoltaic Applications", sotto il coordinamento del Prof. Alfio Consoli. Periodo: 2007-2009.

Progetto di Ricerca MAIOR – Process Cycle Optimization con PARMON, Misterbianco CT, sotto il coordinamento del Prof. Alfio Consoli. Periodo: 2007-2009.

Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (MIUR-PRIN) 2006 (ex 40%) dal titolo "Azionamenti Sensorless per Sistemi Integrati in Applicazioni Industriali e Automobilistiche", sotto il coordinamento del Prof. Alfio Consoli. Periodo: 2007-2009.

Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (MIUR-PRIN) 2003 (ex 40%) dal titolo "Fenomeni ad Alta Frequenza, Compatibilità Elettromagnetica e Power Quality negli Azionamenti Elettrici", sotto il coordinamento del Prof. Alfio Consoli. Periodo: 2004-2005.

Progetto di Ricerca finanziato dall'azienda Reliance, dal titolo: "Sensorless Position Estimation for Induction Motor Drives", sotto il coordinamento del Prof. Alfio Consoli. Periodo: 2002-2003.

- **Contratto di Ricerca** dal Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e dei Sistemi dell'Università di Catania, dal titolo " MAIOR, sviluppo ed implementazione di tecniche innovative per il miglioramento di processo nelle linee produttive". Periodo Agosto 2008 – Novembre 2008.
- **Contratto di Ricerca** assegnato dal Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e dei Sistemi dell'Università di Catania, dal titolo " Azionamenti sensorless per sistemi integrati in applicazioni industriali e automobilistiche". Periodo Ottobre 2007 – Marzo 2007.
- **Contratto di Ricerca** assegnato dal Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e dei Sistemi dell'Università di Catania, dal titolo " Sviluppo di azionamenti elettrici sensorless per motori asincroni". Periodo Gennaio 2003 – Marzo 2003.
- **Contratto di Ricerca** assegnato dal Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e dei Sistemi dell'Università di Catania, dal titolo "Sviluppo di algoritmi di controllo su schede a microprocessore per azionamenti con motori asincroni". Periodo: Ottobre 2002-Novembre 2002.

1. ELENCO DEI LAVORI SCIENTIFICI

Nel periodo 2002-2012, l'Ing. Giacomo Scelba ha pubblicato un brevetto, indicato nell'elenco con [B1], nove lavori su riviste internazionali indicati con [R1÷R11], e quarantotto lavori su atti di congressi nazionali ed internazionali indicati con [C1÷C48]. Ove non espressamente indicato il numero di pagine non è disponibile.

- [B1] G. Scelba, A. Consoli, G. Scarcella, M. Cacciato, Titolo "Sistema e metodo di controllo per l'ottimizzazione energetica di azionamenti con motori in corrente alternata", n. 720/A000003, Data : 17 Marzo 2010.
- [R1] A. Consoli, G. Scarcella, G. Bottiglieri, G. Scelba, A. Testa, D. Triolo, "Low Frequency Signal Demodulation-Based Sensorless Technique for Induction Motor Drives at Low Speed", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 53, n. 1, February 2006, pp. 207- 215.
- [R2] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, D. Triolo, "Sensorless Rotor Position Estimation in Synchronous Reluctance Motors Exploiting a Flux Deviation Approach", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 43, n. 5, September/October 2007, pp. 1266-1273.
- [R3] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, S. Royak, M. M. Harbaugh, "Implementation Issues in VoltageZero-Sequence-Based Encoderless Techniques", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 44, n. 1, January/February, 2008, pp. 144-152.
- [R4] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Indirect Maximum Torque per Ampere Control of Induction Motor Drives", EPE Journal, vol. 18, n. 4, December 2008, pp.34-41, ISSN: 0939-8368.
- [R5] G. Bottiglieri, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Flux and Voltage Calculation of Induction Motors Supplied with Low- and High-frequency Currents", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 45, n. 2, March-April 2009, pp. 737-746.
- [R6] A. Consoli, M. Cacciato, G. Scarcella, G. Scelba, S. M. Billè, D. Costanzo, A. Cucuccio, "Comparison of Sensorless Algorithms for PMSM Rotor Position Detection", Bodo's Power Systems, Electronics in Motion and Conversion, July 2009, pp. 40-43.
- [R7] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Steady-State and Transient Operation of IPMSMs under Maximum Torque per Ampere Control", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 46, n. 1, Jan-Feb 2010, pp. 121 - 129.
- [R8] A. Consoli, A. Gaeta, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Low-amplitude Carrier Signal Injection - based Techniques for Sensorless Control of Permanent Magnet Drives", Electric Power components and Systems, ISSN: 1532-5008, pp. 369 - 382.
- [R9] A. Consoli, G. Scelba, G. Scarcella, M. Cacciato, "An Effective Energy Saving Scalar Control for Industrial IPMSM Drives", IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2012, vol. 60, n. 9, pp.: 3658 - 3669.
- [R10] A. Gaeta, G. Scelba, A. Consoli, "Sensorless Vector Control of PM Synchronous Motors during Single-Phase Open Circuit Faulted Conditions", IEEE Transactions on Industry Applications, 2013, vol. 48, n.6, pp.: 1968 - 1976.
- [R11] A. Gaeta, G. Scelba, A. Consoli, "Modeling and Control of Three-Phase PMSMs under Open-Phase Fault", IEEE Transactions on Industry Applications, 2013, vol.49, n.1, pp.: 74 -83.
- [C1] G. Bottiglieri, G. Scelba, G. Scarcella, A. Testa, A. Consoli, "Sensorless speed estimation in induction motor drives", proc. of IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC 2003), vol. 1, 1-4 June 2003, Madison WI, pp. 624 -630.
- [C2] A. Consoli, G. Scelba, G. Scarcella, A. Testa, "Induction Motor Sensorless Control Based on a Maximum Torque per Ampere Approach", 38th IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Salt Lake City, UT, USA, October 12-16, 2003, pp. 2005-2011.

- [C3] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, D. Triolo, "Sensorless Airgap Flux Position Estimation by Injection of Orthogonal Stationary Signals", IEEE 36th Annual Power Electronics Specialist Conference, PESC'05, June 12-16, 2005, Recife, Brazil, pp. 1567-1573.
- [C4] Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, S. Royak, M. M. Harbaugh, "Saturation Modulation in Voltage Zero Sequence Based Encoderless Techniques-Part II : Implementation Issues", IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC 2005), May 15-18, 2005, San Antonio, Texas USA, pp. 2017-2023.
- [C5] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Efficiency optimization techniques via constant optimal slip control of induction motor drives", International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM), May 23-26, 2006, Taormina, Italy, pp. 38-43.
- [C6] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, D. Triolo, "Flux Deviation Sensorless Control of IPM Synchronous Motors", proc. of 12th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE-PEMC), August 30 - September 1, 2006, Portoroz, Slovenia, pp. 1956-1961.
- [C7] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, D. Triolo, "Using Salient AC Machines as Virtual Resolvers", proc. of XVII International Conference on Electrical Machines (ICEM), September 2-5, 2006, Chania, Crete Island, Greece.
- [C8] G. Bottiglieri, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Zero-sequence Flux and Voltage of Induction Motors Supplied with Low- and High-frequency Currents", proc. of IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC), May 3-5, 2007, Antalya, Turkey, pp. 1201-1207.
- [C9] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Sensorless Control of AC Machines based on High Frequency Injection", proc. of Sensorless Control of Electric Drives Workshop, May 28, 2007, Msida, Malta, pp.15-25.
- [C10] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Indirect Maximum Torque per Ampere Control of Induction Motor Drives", proc. of 12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE), September 2-5, 2007, Aalborg, Denmark, pp. 1-10.
- [C11] M. Štulrajter, J. Vittek, C. Caruana, G. Scelba, "Signal Processing of Zero Sequence Voltage Technique", proc. of 12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE), 2 - 5 September, 2007, Aalborg, Denmark, pp. 1-8.
- [C12] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "A Novel Space-Vector Modulation Technique for Common Mode Emissions Reduction", proc. of IEEE International Aegean Conference on Electric Machines, Power Electronics and Electromotion (ACEMP), September 10-12, 2007, Bodrum, Turkey, pp. 199-204.
- [C13] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Accurate Implementation of a State of Charge Estimator for Hybrid and Electric Vehicle Battery Packs", proc. of Workshop on Hybrid Vehicles '07, September 14, 2007, Salerno, ITALY.
- [C14] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, S. De Caro, "Sensorless Control of an IPM Synchronous Machine based Integrated Starter Generator", proc. of 2nd International Conference Automotive Power Electronic (APE), September 26 - 27, 2007, Les Salons de l'Aveyron, Paris, France.
- [C15] M. Cacciato, G. Scarcella, G. Scelba, S. M. Billè, D. Costanzo, A. Cucuccio, "Comparison of low-cost-implementation sensorless schemes in vector controlled adjustable speed drives", International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM 2008), Ischia, Italy, June 11-13, pp. 1082 - 1087.
- [C16] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, S. De Caro, "Sensorless IPMS Motor Drive Control for Electric Power Steering", proc of 39th IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC), June 15-19, 2008, Rhodes, Greece, pp. 1488-1494.
- [C17] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "A Switched Reluctance Motor Drive for Home Appliances with High Power Factor Capability", proc of 39th IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC), June 15-19, 2008, Rhodes, Greece, pp. 1235-1241.
- [C18] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, S. Sindoni, "Modeling Control of IPM Synchronous Motors", proc. of IEEE Power & Energy Society (PES) General Meeting, July 20-24, 2008, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, pp. 1-6.
- [C19] G. Scelba, "Sensorless Control of Salient Synchronous Motors", proc. of 2nd IEEE Sensorless Control of Electric Drives Workshop, 29 Aug., 2008, Warsaw, Poland.
- [C20] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, S. Sindoni, A. Testa, "Steady-State and Transient Analysis of Maximum Torque per Ampere Control for IPMSMs", proc. of 43th IEEE IAS Annual Meeting, October 5-9, 2008, Edmonton, Alberta, Canada, pp. 121-129.

- [C21] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "A Model-Based Sensorless Technique for Low and Zero Speed Operation of Induction Motor Drives", proc. of International Conference on Electrical Machines and Systems, ICEMS 2008, Oct. 17-20, 2008, Wuhan, China.
- [C22] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Modified Space-Vector-Modulation Technique for Common Mode Currents Reduction and Full Utilization of the DC Bus", Twenty-Fourth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC 2009, 15-19 February, Washington, DC – USA, ISBN/ISSN: 978-1-422-2812-0, pp. 109–115.
- [C23] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Sensorless Control of PM Machines for Electric Power Steering", proc. of 3rd International Conference Automotive Power Electronic (APE), March 25 - 26, 2009, Les Salons de l'Aveyron, Paris, France, POSTER.
- [C24] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Optimization of Maximum Torque per Ampere Profiles for Sensored and Sensorless Controlled IPMSMs", proc. of PCIM'09, May 12-14, 2009, Nuremberg, Germany, pp.1-5.
- [C25] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Estimation of the leakage and magnetizing inductances of Induction Motors", 13th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE) 2009, September 8-10, Barcellona, Spain, pp. 1-10.
- [C26] A. Consoli, G. Scelba, "Sensorless Control of Salient Synchronous Motors", proc. of 3rd IEEE Sensorless Control of Electric Drives Workshop, 11 Sept., 2009, Barcelona, Spain.
- [C27] Consoli, A.; Scarcella, G.; Scelba, G.; Testa, A.; Royak, S.; "Phase modulation-based technique for saliency position estimation of IPMSMs", IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) 2009, September 20-24, San Jose CA USA, pp.: 2489 – 2495.
- [C28] Consoli, A.; Gaeta, A.; Scarcella, G.; Scelba, G.; Testa, A.; "Optimization of transient operations in sensorless control techniques based on carrier signal injection", IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) 2009, September 20-24, San Jose CA USA, pp.: 2115 – 2122.
- [C29] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, S. Billè, D. Costanzo, A. Cucuccio, "A Low-Cost Energy-Saving Control Technique for Induction Motor Drives", proc. of PCIM 2010, May 4-6, 2010, Nuremberg, Germany.
- [C30] M. Cacciato, M. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Control Strategies for Efficiency Optimization of Small Direct-Drive Wind Power", proc. of EPE WIND Energy Chapter Symposium 2010, April 15-16, 2010, Stafford, United Kingdom.
- [C31] A. Consoli, A. Gaeta, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "Effects of Inverter Faults and Line Disturbances on Sensorless Position Estimation", to be published at International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM 2010), Pisa, Italy, June 14-16 2010.
- [C32] M. Cacciato, M. Consoli, V. Crisafulli, G. Scarcella, G. Scelba, "Robustness Evaluation of Phase-Locked Loop Algorithms for Single-phase Distributed Generation System", International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM 2010), Pisa, Italy, June 14-16 2010.
- [C33] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "A novel Efficiency Optimization Scalar Control Technique for Industrial IPMSM Drives", ISIE 2010, July 4-7, 2010, Bari, Italy, accettata in via di pubblicazione.
- [C34] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, M. Cacciato, "Range Extended Efficiency Optimization Technique for Scalar IPMSM Drives", proc of 14th International Power Electronics and Motion Control Conference, September 6-8, 2010, Ohrid, Republic of Macedonia, accettata in via di pubblicazione.
- [C35] G. Scelba, G. De Donato, F. Giulii Capponi, A. Consoli, O. Honorati, "A Co-Simulation Platform for Evaluation of Sensorless Control Techniques for IPMSMs", proc of XIX International Conference on Electrical Machines, September 6-8, 2010, Rome, Italy.
- [C36] A. Consoli, A. Gaeta, G. Scarcella, G. Scelba, A. Testa, "HF Injection-Based Sensorless Technique for Fault-Tolerant IPMSM Drives", proc of IEEE ECCE 2010, Energy Conversion congress & EXPO, September 12-16, 2010, Atlanta, Georgia USA, accettata in via di pubblicazione.
- [C37] G. Scelba, A. Consoli, "Gust tracking capability of small direct-drive wind turbines", Proc. of 2nd IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies (ICSET), 6–9 December 2010, Kandy, Sri Lanka, pp. 1–6.
- [C38] F. Bonaccorso, G. Scelba, A. Consoli, G. Muscato, "EKF - based MPPT control for vertical axis wind turbines", 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2011, 7-10 November, Melbourne – Australia, pp. 3614–3619.

- [C39] A. Gaeta, G. Scarcella, G. Scelba, S. De Caro, A. Testa, "Inverter fault-identification for VSI motor drives", IEEE International Symposium on Diagnostics for Electric Machines, Power Electronics & Drives, SDEMPED 2011, 5-8 September, Bologna – Italy, pp. 413–419.
- [C40] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, M. Cacciato, "Energy efficient sensorless scalar control for full speed operating range IM drives", Proceedings of the 14th European Conference on Power Electronics and Applications, EPE 2011, 30 August - 1 September, Birmingham – UK, pp. 1–10.
- [C41] A. Gaeta, G. Scelba, A. Consoli, G. Scarcella, "Sensorless estimation in PMSMs under open-phase fault", Symposium on Sensorless Control for Electrical Drives, SLED 2011, 1 - 2 September, Birmingham – UK, pp. 27 – 34.
- [C42] A. Consoli, G. Scelba, G. Scarcella, M. Cacciato, "New scalar control for full speed operating range IM drives", IEEE International Electric Machines & Drives Conference, IEMDC 2011, 15 - 18 May, Niagara falls – Canada, pp. 170 – 175.
- [C43] A. Gaeta, G. Scelba, A. Consoli, "Modeling and control of three-phase PMSMs under open-phase fault", IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, ECCE 2011, 17 - 22 September, Phoenix, Arizona – USA, pp. 1684 – 1691.
- [C44] M. Alsayed, G. Scelba, A. Consoli, M. Cacciato, "Optimal sizing of hybrid power generation systems based on multi-criteria decision analysis", IEEE International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2012, 20 - 22 June, Sorrento – Italy, pp..
- [C45] A. Consoli, G. Scelba, G. Scarcella, A. Cucuccio, D. Costanzo, G. Forte "Cost-effective implementations of sensorless control strategies", PCIM 2012, 08- 10 May, Nuremberg – Germany, pp.
- [C46] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scelba, G. Scarcella, "A Multi-Output Flyback Converter for Photovoltaic Systems in Automotive Applications, Convegno Nazionale AEIT, 2012, 13- 14 Giugno, Roma, Italia.
- [C47] M. Cacciato, A. Consoli, G. Scelba, G. Scarcella, "Control Tuning Analisis of Small Wind Power Systems", EPE-PEMC 2012 ECCE Europe, 4-6 September 2012, Novi Sad, Serbia.
- [C48] A. Consoli, M. Cacciato, G. Scarcella, G. Scelba, "Fault Tolerant Control of Small Distributed Generation Systems", IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, ECCE 2012, 15 - 20 September, Raleigh, North Carolina – USA.
- [C49] A. Consoli, G. Scarcella, G. Scelba, "Efficient Energy Extraction of Wind Power Networks in Urban Environment", IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, ECCE 2012, 15 - 20 September, Raleigh, North Carolina – USA.

DICHIARAZIONE

Il sottoscritto, consapevole ai sensi dell'art. 76 del D.P.R. 445/2000 delle conseguenze penali in caso di dichiarazione mendace, dichiara che quanto contenuto nel proprio curriculum, composto di pagine 19, corrisponde a verità.

Autorizzo il trattamento dei dati personali, ivi compresi quelli sensibili, ai sensi e per gli effetti del D.Lgs.196/2003.

Catania, 16 febbraio 2014

IN FEDE

(ING. GIACOMO SCELBA)