



EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL ENERGY AND TRANSPORT
New Energies & Demand Management
Promotion of Renewable Energy Sources & Demand Management

Brussels, 1 Gennaio 2003

IL PROGRAMMA EUROPEO MOTOR CHALLENGE

Modulo: Azionamenti Elettrici



Indice

1. Introduzione	1
2. Inventario dei componenti dei sistemi di azionamento e dei rispettivi parametri operativi	1
A. Descrizione base dei sistemi	1
B. Documentazione e misure dei parametri operativi degli azionamenti	2
C. Indicatori generali di prestazione del sistema elettrico	2
3. Valutazioni del risparmio energetico	3
3.1 Motori alta efficienza (EEMs)	5
3.2 Corretto dimensionamento	5
3.3 Riparazione dei motori	6
3.4 Variatori di velocità	6
4. Piano di Azione	7
5. Rapporto Annuale	8

1. Introduzione

Questo documento è sussidiario alle Linee Guida per i Partecipanti del Programma Motor Challenge (MCP). Esso definisce che cosa dovrebbe coprire un Piano di Azione di un *Partecipante* del MCP, se l'impegno dell'azienda Partecipante include gli azionamenti elettrici¹. In particolare, spiega che cosa un Partecipante deve fare per ciascuno dei seguenti punti del programma di partecipazione al Motor Challenge:

- **Inventario** dei componenti dei sistemi di azionamento
- **Valutazione** dell'applicabilità di possibili misure di risparmio energetico
- **Piano di Azione**, presentato alla Commissione, che definisce che cosa il Partecipante ha deciso di fare per ridurre i costi di gestione migliorando l'efficienza energetica
- **Rapporto Annuale** di avanzamento del Piano di Azione.

Si noti che il documento concernente l'Inventario e la valutazione sono documenti confidenziali e non è richiesto che vengano diffusi all'esterno, mentre il Piano di Azione e il Rapporto Annuale devono essere presentati alla Commissione.

2. Inventario dei componenti dei sistemi di azionamento e dei rispettivi parametri operativi

Come primo passo per identificare misure applicabili di risparmio di energia, un Partecipante del MCP dovrebbe effettuare un **Inventario** dei componenti dei sistemi di azionamento e dei principali parametri operativi. L' inventario si articola in 3 fasi.

A. Descrizione base dei sistemi

Ciò consiste nel consultare gli archivi dell'azienda o effettuare semplici misure, per raccogliere le seguenti informazioni:

1. Dati generali di progetto e layout degli azionamenti.
2. Età e dati ricavabili dalla targhetta dei motori (taglia, tipo,).
3. Tipo di apparecchio azionato da ogni motore.
4. Tipo di controllo di velocità (se esiste) per ogni motore.
5. Tipo di trasmissione per ogni motore.
6. Tipo e frequenza di manutenzione del motore, della trasmissione e dell'apparecchiatura azionata.
7. Numero di riparazioni del motore.
8. Ore annue di funzionamento

In molte organizzazioni, la maggior parte o tutti questi dati potrebbero essere raccolti dal personale dell'azienda.

¹ Per la spiegazione dei termini "Partecipante", "Piano di Azione" e "Impegno" occorre fare riferimento al documento: Linee Guida per i Partecipanti.

Negli stabilimenti con un numero elevato di motori, la raccolta dati e le misure possono essere limitate ai motori più grandi, che rappresentano una porzione significativa (p.e. 2/3) dell'energia assorbita dal sistema.

B. Documentazione e misure dei parametri operativi degli azionamenti

La documentazione o le misurazioni di cui ai seguenti punti 1 - 4 è bene raccoglierle per tutto l'impianto. I dati di cui ai punti 5 - 7 è bene raccoglierli per tutti i sistemi di azionamento per i quali si ritiene opportuno tale operazione. Questa raccolta è essenziale per gli azionamenti di media e grande potenza (oltre 25 kW). La raccolta di questi dati richiederà un livello medio di esperienza, o del personale tecnico dell'azienda o di una terza parte, quale un Sostenitore del MCP.

1. Potenza assorbita totale da parte degli azionamenti dello stabilimento.
2. Squilibri di tensione, per l'intero stabilimento.
3. Distorsione armonica totale, per l'intero stabilimento.
4. Fattore di potenza, per l'intero stabilimento.
5. Sovradimensionamento e fattore di carico, per ogni motore.
6. Profilo della domanda: diagramma di carico relativo al giorno o settimana, per ciascun motore
7. Per i grandi motori si dovrebbe utilizzare un registratore di dati quali corrente e tensione. Tale registratore potrebbe essere installato per un periodo di valutazione soltanto. Per i motori più piccoli si possono utilizzare i dati disponibili.

C. Indicatori generali di prestazione del sistema elettrico

In base ai dati raccolti si possono valutare i seguenti indicatori globali sull'utilizzo dell'energia elettrica.

Costi annuali:	Capitale		Manutenzione		Energia	
Ore annue di funzionamento			Potenza media assorbita			
Consumo di energia elettrica per unità di prodotto (kWh/Q-Prod.)⁽¹⁾						
Costo complessivo unitario indicativo del sistema di azionamento (Euro/kWh meccanico)						

(1) La Q-Prod. rappresenta un indicatore significativo del volume di beni prodotti nel sito di produzione, espresso in tonnellate, metri, numero di pezzi

Si noti che per i sistemi di bassa potenza (inferiori a 25 kW) il risparmio potenziale non giustificerebbe una raccolta di dati complessa e costosa necessaria per stabilire

valutazioni precise. In tali casi, le valutazioni possono essere basate su regole pratiche, per esempio:

- i costi di capitale annualizzati possono essere valutati in 10% dell'intero costo di sostituzione dell'apparecchiatura. Se gli azionamenti sono integrati nell'apparecchiatura, il loro costo potrebbe essere stimato usando dati di catalogo;
- la manutenzione può essere valutata al 3% - 4% del costo di sostituzione,
- i costi energetici possono essere valutati in base alla potenza nominale, al fattore di carico e alle ore di funzionamento.

3. Valutazioni del risparmio energetico

Il consumo di elettricità dei sistemi motore è influenzato da molti fattori come:

- efficienza del motore elettrico
- corretto dimensionamento
- controllo dei motori: partenza/fermata e controllo della velocità del motore
- qualità della fornitura elettrica
- sistema di trasmissione meccanica
- pratiche di manutenzione
- efficienza dell'apparecchio azionato dal motore

Per ottenere i potenziali risparmi disponibili, gli utenti dovrebbero provare ad ottimizzare i loro azionamenti.

Naturalmente, l'applicabilità di misure particolari e la loro capacità di far risparmiare denaro, dipende dalla dimensione e dalla natura specifica dell'utilizzo. Soltanto una valutazione del sistema e dei bisogni dell'azienda può determinare quali misure siano applicabili e vantaggiose. Ciò potrebbe essere fatto da un fornitore di servizi qualificato nel campo dei sistemi di azionamento (che potrebbe essere un Sostenitore del MCP) o da personale qualificato interno all'azienda.

I risultati della valutazione identificheranno misure che sono applicabili all'azienda ed includeranno una valutazione del risparmio, l'entità dell'investimento, come pure il tempo di ritorno. I risultati delle valutazioni sono confidenziali e non riportati alla Commissione.

La seguente tabella mostra le potenziali misure di risparmio di energia applicabili agli azionamenti elettrici e la loro valutazione percentuale media. Comunque anche se i valori nella tabella sono tipici per tipologia di intervento, l'entità dipenderà dalle caratteristiche specifiche del sistema considerato.

Tabella 1: Misure di risparmio energetico negli azionamenti elettrici

Misure di risparmio energetico	Risparmi tipici
Descrizione intervento	
Motori alta efficienza (EEM)	2-8%
Corretto dimensionamento	1-3%
Riparazione motori alta efficienza (EEMR)	0,5-2%
Variatori di velocità (VSD)	10-50%
Trasmissioni alta efficienza/riduttori	2-10%
Qualità della potenza fornita	0,5-3%
Funzionamento e manutenzione del sistema	
Lubrificazione, riparazioni, messa a punto	1-5%

Per ciascuna delle misure in tabella 1 si dovrebbe valutare l'applicabilità e la convenienza. I risultati sono riassunti nella tabella 2.

Tabella 2: Risultati della valutazione.

Misure di risparmio energetico	Risultati della valutazione				
	Azione proposta	Risparmio energetico annuale stimato (1)	Modifiche negli O&M costi annuali (2)	Costi di investimento aggiuntivi (2)	Tempo di ritorno stimato(mesi)
Installazione o rinnovo degli azionamenti					
Motori alta efficienza (EEM)					
Corretto dimensionamento					
Riparazione motore alta efficienza (EEMR)					
Variatori di velocità (VSD)					
Trasmissioni/riduttori alta efficienza					
Qualità della potenza fornita					
Motori alta efficienza (EEM)					
Funzionamento e manutenzione del sistema					
Lubrificazione, riparazioni, messa a punto					

(1) Quando il risparmio di energia non può essere misurato con precisione (caso frequente) esso può essere stimato attraverso una valutazione dei risultati e mediante coefficienti validi in generale.

(2) Si dovrà considerare solo la variazione degli investimenti e dei costi operativi e di manutenzione (O&M) generati dall'adesione al Motor Challenge. Questi potrebbero essere, per esempio: investimenti aggiuntivi per apparecchiature con migliori prestazioni; aumento/diminuzione dei costi di manutenzione; risparmi associati alla migliore qualità o affidabilità, etc.

3.1 Motori alta efficienza (EEMs)

Con un costo supplementare del 20%-30% i motori ad alta efficienza (EEM o HEM) hanno un'efficienza migliore del 2%-6% rispetto ai motori standard e permettono un significativo risparmio di energia.

Gli avvolgimenti e i cuscinetti dei motori ad alta efficienza hanno una vita maggiore a causa delle temperature di lavoro più basse. Inoltre, in molti casi:

- aumenta l'affidabilità;
- sono ridotti i tempi e i costi di manutenzione;
- aumenta la tolleranza agli stress termici;
- incrementa la capacità a sopportare condizioni di sovraccarico;
- incrementa la resistenza a sopportare condizioni operative anomale come: aumenti o decrementi di tensione, sbilanciamenti della tensione, distorsioni armoniche della corrente;
- incrementa il fattore di carico;
- si riduce il rumore.

I costruttori Europei di motori elettrici hanno recentemente sottoscritto un accordo, a livello Europeo, che garantisce specifici valori di efficienza dei motori elettrici: EFF1 (efficienza più alta) EFF2 e EFF3. L'accordo stabilisce fondamentalmente tre classi di efficienza, esso spinge i costruttori di motori a introdurre modelli a più alta efficienza. Questi livelli di efficienza si applicano a motori trifase ad induzione con rotore a gabbia di scoiattolo a 2 e 4 poli, 400 V, 50Hz, servizio S1 con potenza elettrica nominale da 1,1 a 90 kW. Tale intervallo di potenza rappresenta la più ampia fascia di mercato.

Motori più adatti alle vostre esigenze possono essere selezionati per mezzo del database² EURODEEM, che raccoglie più di 3.500 motori di 24 diversi fornitori. L'attuale versione di EURODEEM può essere scaricata gratuitamente dal sito web:

<http://iamest.jrc.it/projects/eem/eurodeem.htm>

La scelta adatta del motore può essere notevolmente facilitata con l'uso di un software appropriato quale **Motor Master Plus**³, e **EURODEEM**⁴.

3.2 Corretto dimensionamento

I motori raramente operano al loro punto di massimo carico. Nell'Unione Europea prove in campo hanno riscontrato che, in media, i motori funzionano a circa il 60% del loro carico massimo [1]. L'efficienza di un motore ad induzione ha il suo valore più elevato intorno al 75% del massimo carico e l'andamento della curva è piano fino al 50% del carico massimo. Grandi motori possono operare mantenendo un'alta efficienza anche fino al 30% del carico massimo.

² Pubblicato dalla Commissione Europea

³ Sponsorizzato dal Dipartimento Energia degli Stati Uniti

⁴ Promosso dalla Direzione DG TREN della Commissione europea

Un corretto dimensionamento:

- migliora il rendimento energetico, permettendo ai motori di funzionare alla massima efficienza;
- permette di ridurre perdite sulla linea dovute ad un basso fattore di potenza;
- permette di ridurre la velocità di funzionamento, e di conseguenza la potenza assorbita, per esempio nei ventilatori e nelle pompe.

3.3 Riparazione dei motori

Quando un motore sopra i 5 kW va fuori uso, esso viene riparato. Questo accade diverse volte nella vita del motore. Test di laboratorio confermano che il riavvolgimento dei motori comporta una riduzione dell'efficienza tra lo 0,5 e 1% fino ad arrivare al 4% o anche di più per i vecchi motori.

Gli elementi importanti per scegliere fra la riparazione ed la sostituzione di un motore, sono: il costo dell'elettricità per kWh, la potenza del motore, il fattore di carico medio ed il numero di ore annue di funzionamento.

Tipicamente, la sostituzione di un motore fuori uso con uno ad alta efficienza risulta conveniente per quei motori con un grande numero di ore annue di funzionamento. Per esempio, in un'azienda che lavori 4000 ore anno, con un costo dell'energia di 0,06 €/kWh, per i motori con potenza che va da 20 a 130 kW, la sostituzione con un motore ad alta efficienza ha un tempo di ritorno di meno di tre anni.

3.4 Variatori di velocità

L'aggiustamento della velocità di un motore per mezzo di variatori di velocità (VSDs) permette un migliore controllo del processo, minore usura delle apparecchiature meccaniche, minore rumore e significativi risparmi energetici. Quando i carichi variano, i VSDs possono ridurre i consumi di energia. Questo è particolarmente evidente nelle pompe centrifughe, nei compressori e nei ventilatori. La riduzione può variare tra il 20 e il 50%. Applicazioni industriali quali macchine rotative, mulini e macchinari per la movimentazione dei materiali quali, avvolgitori, nastri trasportatori, possono ottenere vantaggi in termini di risparmio energetico dall'applicazione dei VSDs.

L'uso dei VSDs può anche portare altri benefici:

- estensione del campo operativo delle apparecchiature azionate;
- isolamento dei motori dalla linea, questo può ridurre lo stress e l'inefficienza dei motori elettrici;
- migliore sincronizzazione tra più motori;
- incremento della velocità di risposta e dell'affidabilità nei cambi delle condizioni operative.

4. Piano di Azione

Il Piano di Azione dell'azienda, come proposto nella forma qui sotto, dovrebbe indicare:

- le misure che si è deciso di implementare, e il relativo programma di implementazione,
- i motivi per escludere le altre misure.

Il Piano di Azione è presentato alla Commissione. Dopo approvazione, l'organizzazione sarà riconosciuta come Partecipante del MCP.

Misure di risparmio energetico	Fattibilità ⁽¹⁾	Azioni specifiche ⁽²⁾	Copertura%	Programma temporale ⁽⁴⁾	Risparmi attesi (MWh/year)
Installazione o rinnovo degli azionamenti					
Motori alta efficienza (EEM)					
Corretto dimensionamento					
Riparazione motore alta efficienza (EEMR)					
Variatori di velocità (VSD)					
Trasmissioni/riduttori alta efficienza					
Qualità della potenza fornita					
Funzionamento e manutenzione del sistema					
Lubrificazione, riparazioni, messa a punto					

Legenda:

(1) **Fattibilità.** Indica gli ostacoli all'applicazione di uno o più dei seguenti codici:

NA Non applicabile per ragioni tecniche

NP Non vantaggioso

NC Non considerato, perché la valutazione sarebbe troppo costosa

Se questo campo è lasciato in bianco, la misura è considerata sia applicabile che vantaggiosa.

Azioni Specifiche. Più azioni specifiche possono essere adottate per effettuare una misura di risparmio energetico. Per esempio, un corretto dimensionamento può essere raggiunto installando un motore ad alta efficienza dimensionato correttamente.

(3) **% Copertura.** Se l'impegno proposto si estende a diversi azionamenti, questa colonna dovrebbe essere usata per indicare la proporzione degli azionamenti per i quali le azioni specifiche saranno effettuate. Ciò può essere valutato secondo l'indicatore più conveniente: numero di sistemi; potenza; consumo di energia. Specificare l'indicatore usato: "%"; "%kW", "%kWh"

(4) **Programma temporale.** Indica il programma temporale con cui l'azione sarà effettuata. Ciò potrebbe essere un periodo specifico o una data, o potrebbe dipendere da altre azioni, per esempio "quando il motore è sostituito."

(5) **Risparmio previsto** in MWh/anno. Questo sarà spesso una valutazione, basata su una metodologia generalmente accettata.

5. Rapporto Annuale

Il rapporto Annuale alla Commissione specifica l'avanzamento nell'eseguire il Piano di Azione, e commenterà ogni iniziativa nuova o modificata. Il seguente formato del rapporto dovrebbe essere usato per i progressivi aggiornamenti su base annuale. Le due colonne di sinistra sono copiate dal piano d'azione del Partecipante come approvate dalla Commissione.

Piano di Azione Approvato		Rapporto Annuale per l'anno 20xx
Azioni approvate per implementare misure di risparmio energetico	Scadenza concordata per azione	Avanzamento in percentuale e commenti se necessari ⁽¹⁾
<i>Installazione o rinnovo di azionamenti elettrici</i>		
Azione 1		
Azione 2		
...		
<i>Funzionamento e manutenzione del sistema</i>		
...		
...		

(1) La percentuale raggiunta potrebbe riferirsi a un indicatore come la proporzione dei sistemi definiti nello scopo del Piano di Azione per il quale la specifica azione è stata completata.

I Partecipanti possono trovare utile produrre la seguente sintesi dei risultati dell'impegno al Motor Challenge. Essi sono invitati (ma non è obbligatorio) a presentare la sintesi alla Commissione.

<i>Sintesi del Rapporto annuale</i>		
	Da inizio	Anno corrente
Percentuale delle azioni del Piano di Azione completate		
Investimenti totali stimati (000 EURO) ⁽¹⁾		
Variazione costi operativi e manutenzione (000 EURO) ⁽¹⁾		
Risparmi di energia stimati (MWh)		
Energia elettrica utilizzata dagli azionamenti confrontata con i beni prodotti (kWh/Q-Prod.) ⁽³⁾		
Costo indicativo dell'energia meccanica (Euros/kWh)		

- (1) L'investimento e i costi operativi e di manutenzione (O&M) sono stime dei costi addizionali a quelli che sarebbero stati spesi senza l'adesione al Programma Motor Challenge.
- (2) I risparmi energetici sono generalmente difficili da misurare. Essi saranno calcolati usando stime basate su valutazioni dei risultati o mediante coefficienti generalmente accettati nelle diverse tecnologie industriali.
- (3) Q-Prod. È un indicatore importante del volume dei beni prodotti nel sito di produzione, espressi, per esempio in tonnellate, metri, pezzi.