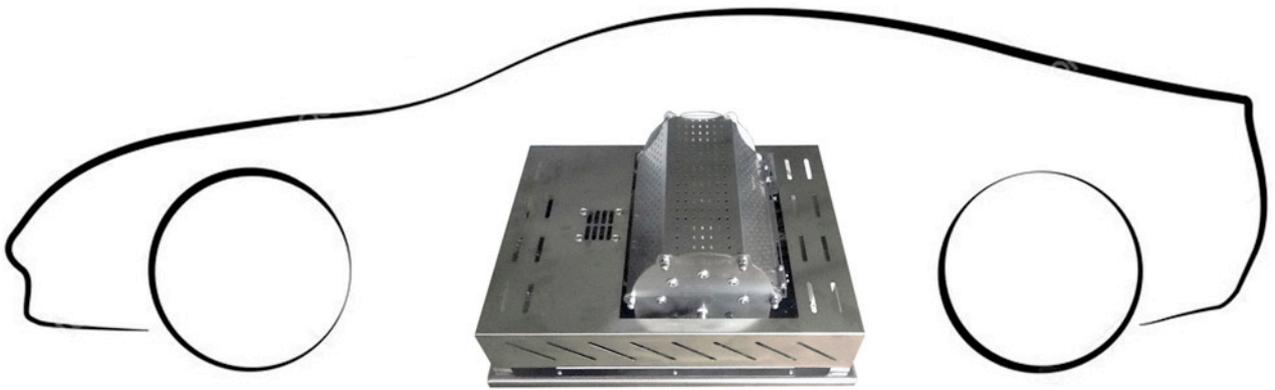


XEWER®

## MAG SPARK®

Generatore Elettrico Lineare  
per lo sfruttamento di vettori gassosi "energeticamente esausti"

Descrizione tecnica e funzionale generale  
Applicazioni in settore Automotive



## Premessa

Il presente documento contiene la descrizione sintetica di Mag Spark®: un dispositivo brevettato per produrre energia elettrica a partire da vettori gassosi a basso tenore energetico.

Installato nelle sue prime versioni nell'ambito di un progetto sperimentale Telecom Italia del 2015, è attualmente prodotto in una configurazione adatta per essere alimentata attraverso vapore o aria compressa.

Negli ultimi quattro anni lo sviluppo tecnologico del dispositivo è stato oggetto un'evoluzione costante, indirizzata soprattutto dalle opportunità del mercato in cui ha trovato immediata applicazione.

Le sue prestazioni sono pertanto in costante miglioramento con l'evolversi delle successive versioni: Mag Spark® ha ancora elevati margini di ottimizzazione, sia in termini di performance, sia di struttura costruttiva.

## Sintetica Descrizione dell'apparato

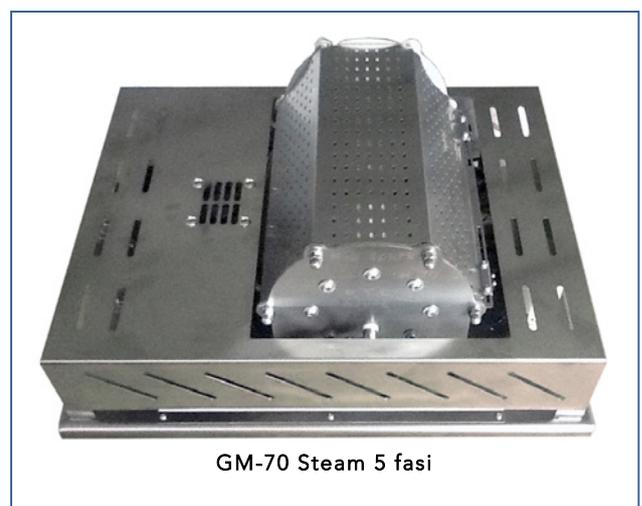
Mag Spark® è un generatore elettrico con tecnologia free-piston, affidabile e facile da installare, in grado di produrre elettricità convertendo l'energia cinetica presente in qualsiasi vettore gassoso compresso.

I **Vettori gassosi** utili al Mag Spark® sono quelli caratterizzati da temperature e pressioni tali da definirli **energeticamente "esausti"**, comunemente scartati dai normali processi industriali e civili.

Il generatore è ad esempio in grado di produrre energia a partire da vapore a 0,5 bar di pressione, o aria compressa a 0,8 bar.

Pur sfruttando risorse termiche e pneumatiche "di scarto", il rendimento elettrico complessivo del sistema è analogo a quello delle normali macchine elettromeccaniche.

La caratteristica tecnica che rende Mag Spark® altamente versatile è dunque la possibilità di **installazioni molto semplici,**



GM-70 Steam 5 fasi

tipiche delle linee d'alimentazione pneumatica a bassa pressione, con i vantaggi pratici di seguito elencati:

- basso costo di impiantistica
- installazione anche tramite manodopera non particolarmente specializzata
- ridotti interventi di manutenzione

Il collegamento elettrico è altrettanto semplice e prevede:

- l'impiego come carica batterie (off grid)<sup>1</sup>
- l'impiego come sistema per l'immissione in rete (grid connected)



Il controller interno si occupa di fermare e riavviare Mag Spark® in funzione delle effettive richieste energetiche (evitando consumo inutile del vettore gassoso). Di fatto il sistema è abilitato a funzionare H24 in maniera automatica.

Esempi di vettori gassosi non tossici facilmente utilizzabili sono:

- aria compressa
- vapore
- azoto

## La Tecnica

Mag Spark® dal punto di vista strutturale è una macchina volumetrica alternativa, composta essenzialmente da 4 elementi:

- Cilindro "a-magnetico" con statore (*avvolgimento di rame e traferro*)
- Induttore (o "pistone magnetico")
- Valvola di distribuzione
- Interfaccia controller verso l'impianto elettrico (batteria e/o rete)



GM-60 Air 3 fasi stand alone  
(con energy storage incluso)

<sup>1</sup> Mag Spark® produce nativamente energia sotto forma di elettricità pulsante, ideale per la carica delle batterie

## **Il funzionamento**

La pressione di alimentazione è utilizzata per far muovere alternativamente il pistone di materiale magnetico permanente in libero movimento nel cilindro (free-piston).

La valvola di distribuzione gestisce in modalità automatica la sequenza/frequenza operativa del sistema, adeguandosi dinamicamente alla pressione in entrata senza necessità di intervento esterno, garantendo il funzionamento in un ampio range di pressioni (es.: 0.4 – 3.5 bar).

Questa particolare tecnologia sfrutta il vettore gassoso solo se è effettivamente richiesta energia elettrica, con notevoli vantaggi di natura economica.

## **I vantaggi**

Rispetto a generatori di analoga potenza, il dispositivo presenta dunque importanti vantaggi:

- **Possibilità di utilizzo di qualsiasi vettore gassoso a bassa pressione** (max 130°C nelle attuali versioni prodotte)
- **Bassi consumi**
- **Semplicità di installazione**
- **Basso costo di gestione**

## **Le versioni**

Il generatore Mag Spark® è prodotto in versione standard GM-70 Steam (aria/vapore). In funzione di specifiche esigenze del Cliente, vengono prodotti dispositivi per destinazioni d'uso particolari.

## Scheda tecnica versioni beta

### Mag Spark® GM-70 – Prestazioni<sup>2</sup>

Range pressione di alimentazione	0,8 – 3,5 Bar
Rumorosità con silenziatori semplici (con pressione alimentazione 1 Bar, distanza 1m)	min. 63 db – max 72 db
Potenza media (con pressione di alimentazione 3 Bar)	890 W
Velocità di funzionamento (con carico resistivo 150W)	68 cicli/min a 1 Bar 146 cicli/min a 2 Bar
Consumi <sup>3</sup>	22 litri/min a 20 cicli/min 89 litri/min a 80 cicli/min

### Mag Spark® GM-70 – Caratteristiche costruttive

Corpo in acciaio inox AISI 304	
Base con supporti antivibranti per fissaggio su superficie piana	
Peso standard (variabile secondo l'allestimento)	12 kg
Cilindro in materiale per temperature fino a 300°C, con particolari in Viton®	
Lunghezza cilindro	180 mm
Corsa utile del magnete all'interno del cilindro	145 mm
Diametro magnete HT	70 mm
Traferri in acciaio speciale rettificato a trattamento isolante	
Nr. 3 fasi in rame per alta temperatura	
Collegamento pneumatico a ridotto accumulo di condensa	
Raccordo di alimentazione all'entrata	1/4
Sistema di carica-batterie 12Vcc regolabile con centralina Start & Stop automatica (12V – 13,8V)	
Tensione di uscita Voc	0 – 160 V dc pulsive

### Mag Spark® GM-70 – Modalità di collegamento pneumatico ed elettrico

#### Collegamento pneumatico principale

Il raccordo è collocato in posizione centrale, ed è costituito da una connessione standard ¼ utilizzabile sia per vapore che per altri fluidi

#### Collegamento pneumatico scarico

I due raccordi di scarico sono collocati negli angoli del sistema, e sono costituiti da filettatura da ¼ femmina. Da essi è possibile recuperare il vapore.

Nel caso di utilizzo di gas freddi, lo scarico viene utilizzato per refrigerare l'ambiente (es.: data center, ...) consentendo l'eliminazione dei condizionatori convenzionali.

#### Collegamento elettrico (batterie-linea)

Nella configurazione standard Mag Spark® si presenta come un carica batterie automatico che dispone di una presa 12Vcc con due morsetti più un terzo contatto (remote) in grado di rilevare il segnale di attivazione dal sistema (pressostato, telecomando, ...).

<sup>2</sup> Prestazioni rilevate con alimentazione ad aria compressa, 18°C, umidità relativa 68%, altezza 50m s.l.m.. **A parità di condizioni, con alimentazione a vapore le prestazioni attese sono migliori del 20% circa**

<sup>3</sup> Consumi stimati in modalità geometrica. Possono variare in funzione del tipo di vettore gassoso utilizzato, della sua temperatura e pressione

## Gli scenari applicativi nel settore Automotive



Nel futuro dell'automobile l'elettricità avrà un ruolo sempre più centrale.

Tuttavia la diffusione di massa di veicoli Z.E. (Zero Emission) nel breve periodo è ancora uno scenario di difficile attuazione – seppur in rapida evoluzione – per vari motivi:

- Costi della tecnologia piuttosto elevati
- Prestazioni delle batterie non ancora ottimali
- Carenza delle infrastrutture di ricarica sul territorio (e spesso inadeguatezza della rete di distribuzione elettrica per garantire la potenza necessaria alla ricarica in massa di veicoli elettrici)

Una sfida immediata può dunque essere quella di migliorare le prestazioni dei veicoli ibridi e degli EREV (Extended Range Electric Vehicles).

L'energia pulsante prodotta dal Mag Spark® può trovare ideale applicazione nella ricarica delle batterie di bordo durante la marcia dei veicoli.



### Nota tecnica

Come già scritto, Mag Spark® è un dispositivo il cui attuale livello di sviluppo tecnologico raggiunto è legato alle opportunità di mercato in cui ha trovato ad oggi applicazione.

Pertanto la sua configurazione non è ancora ottimizzata per l'impiego in settori ancora inesplorati quali l'automotive.

E' verosimile prevedere una riduzione del peso e degli ingombri del generatore (attestandosi su valori dell'ordine dei 5 kg grazie all'uso di materiali più leggeri e ad un'ottimizzazione delle componenti pneumatiche ed elettromeccaniche) nonché dello scambiatore di calore.

Anche le prestazioni sono in continua evoluzione: 20 A per ricaricare un pacco batterie a 48V sono sicuramente un traguardo attuale, ma ancora passibile di miglioramento.

### Mag Spark® in sinergia con i Motori a Combustione Interna

I motori endotermici sono accomunati dalla presenza di gas di scarico ad elevata temperatura, nell'ordine delle centinaia di °C all'uscita della camera di combustione.

Ciò vale sia per MCI finalizzati all'autotrazione, sia per gruppi elettrogeni e/o cogeneratori.

La logica di applicazione del Mag Spark® è comune a tutte le tipologie funzionali:

tramite uno scambiatore di calore "aria-acqua" posto lungo il condotto di scarico del MCI viene generato il vettore gassoso per l'alimentazione del generatore.

Come fluido refrigerante si è citata l'acqua in quanto elemento semplice da gestire, ma non si può escludere l'adozione di fluidi specifici più efficaci dal punto di vista termodinamico ed operativo in generale.

Data la peculiarità del Mag Spark® di poter essere alimentato con vettori gassosi a basso tenore energetico, lo scambiatore di calore può essere inserito opportunamente lungo il condotto di scarico, sfruttando i gas combusti non necessariamente alla loro temperatura più elevata (purché in grado di trasformare il fluido refrigerante in vettore gassoso a pressione sufficiente).

### Attività sperimentale su gruppo elettrogeno

Un'attività sperimentale è stata svolta su di un gruppo elettrogeno attraverso un semplice scambiatore aria-acqua:

L'installazione congiunta dello scambiatore sulla marmitta del motore e del Mag Spark® hanno consentito un incremento di circa 750W sulla potenza di 3kW del gruppo base, senza incidere sui consumi di combustibile. Il vapore prodotto è stato inviato direttamente al Mag Spark® per la produzione di energia elettrica aggiuntiva e gratuita.



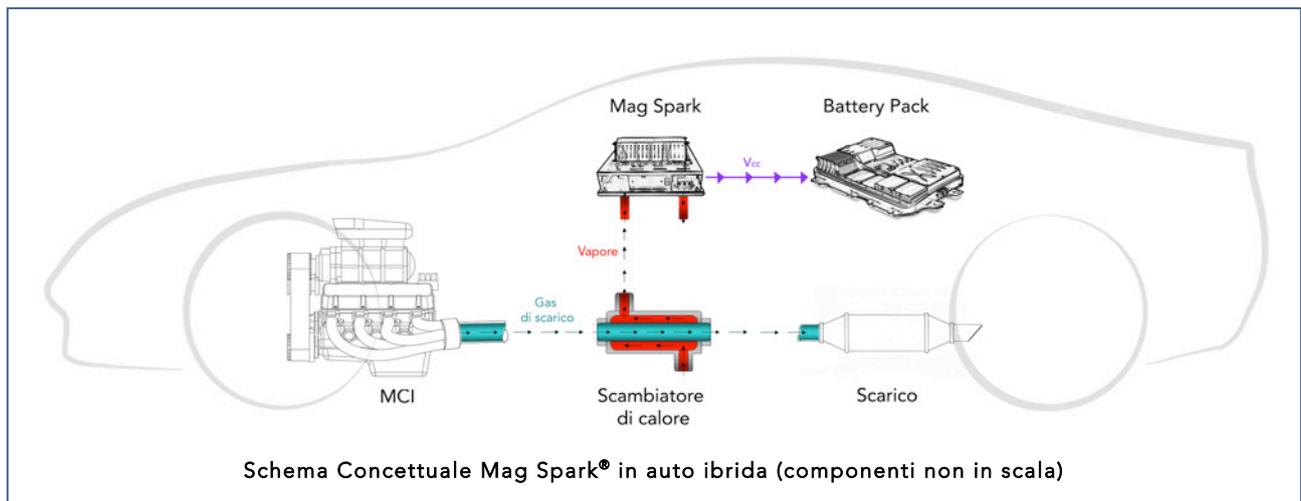
Prototipo scambiatore di calore su un gruppo elettrogeno

Il vapore può essere poi ricondensato all'interno di un circuito chiuso per successivi cicli di utilizzo, oppure – come nel caso in oggetto – liberato nella parte terminale del sistema di scarico del motore endotermico, ottenendo un significativo effetto di abbattimento dei parametri inquinanti.

### Mag Spark® nei veicoli ibridi

In base a quanto sopra esposto, disporre un scambiatore di calore lungo il condotto di scarico dei gas combusti (anche a valle di eventuali turbocompressori) consente la produzione di un vettore gassoso per l'alimentazione del Mag Spark®, che a sua volta andrà a ricaricare le batterie di bordo senza aggravamenti energetici sul motore, al pari degli

altri eventuali dispositivi presenti a bordo per il recupero dell'energia (di frenata ad esempio).



## Vantaggi

In definitiva l'applicazione del Mag Spark® su un veicolo ibrido consente:

- Il recupero di parte dell'energia prodotta dal MCI che normalmente va persa attraverso l'espulsione dei gas combusti, aumentando l'efficienza globale del veicolo;
- La ricarica efficiente delle batterie di bordo, in sinergia con gli altri sistemi di recupero energetico;
- La possibilità di abbattere i parametri inquinanti grazie alla maggior efficienza globale del sistema ed all'eventuale miscelazione dei gas di scarico con il vapore acqueo prodotto

In merito agli scenari futuri dei veicoli ibridi, è possibile effettuare un'ulteriore osservazione a vantaggio dell'adozione del Mag Spark®:

il livello tecnologico e prestazionale raggiunto dagli attuali motori diesel è notevole: è di esempio il recente V8 da 3.956 cm<sup>3</sup> del gruppo Audi-Volkswagen-Porsche da 422 CV ed 850 Nm, con consumi medi dichiarati dell'ordine di 7 l/100km in funzione del veicolo che lo adotta.

Ciò nonostante, la previsione è che entro i prossimi anni – per tutta una serie di argomentazioni economiche e normative, tra cui si annovera anche l'introduzione del WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures) – i motori a gasolio

tenderanno ad occupare una quota residuale di mercato, a vantaggio dei motori ibridi a benzina o comunque dei veicoli a propulsione alternativa.

Poiché i motori a benzina lavorano a temperature più elevate dei diesel, in linea di principio anche la possibilità di recupero del calore tramite scambiatore di calore assume potenzialità maggiori: l'impegno del Mag Spark® per la ricarica delle batterie di bordo andrebbe a tutto vantaggio di un aumento di efficienza globale.

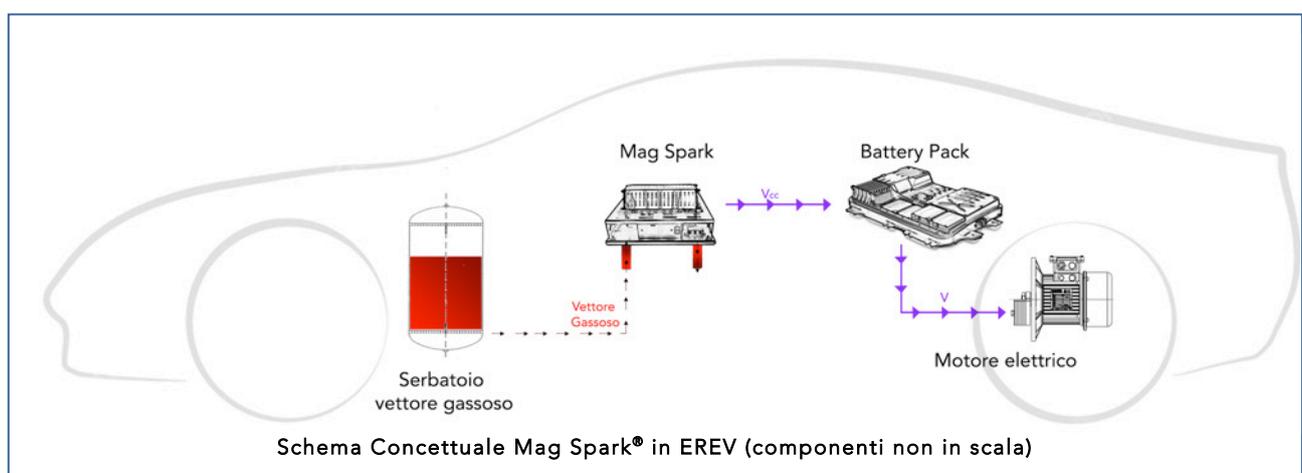
### Mag Spark® come Range Extender in EREV

L'attenzione verso gli EREV innovativi è testimoniata dagli interessanti prototipi presentati da diversi costruttori negli ultimi saloni internazionali di settore: si può ad esempio citare il costruttore cinese Tchrules che ha brevettato recentemente un sistema EREV (denominato TREV) con micro-turbina a gas, come la Jaguar aveva già fatto tecnologicamente nel 2010 con il prototipo C-X75, e Kia nel 2005 con il prototipo Sidewinder

Dato l'ottimale impiego dell'energia prodotta per la ricarica delle batterie di bordo, Mag Spark® trova possibile collocazione anche come motore "Range Extender" su autoveicoli EREV.

Si può ipotizzare la sua alimentazione ad esempio:

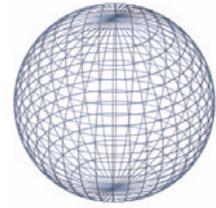
- attraverso un serbatoio di aria compressa;
- sfruttando propellente chimico sulla base del principio dell'effervescenza, per creare gas non inquinanti a temperatura ambiente senza coproduzione di calore.



In alternativa – come prototipo tecnologico "green" – si potrebbe ipotizzare di tornare alle origini dell'automobile e creare un veicolo EREV a vapore: una piccola caldaia

(alimentata verosimilmente a biomassa) genera vapore che, tramite il Mag Spark<sup>®</sup>, ricarica le batterie di un veicolo a trazione elettrica.

Nella realizzazione di un siffatto veicolo EREV (ad aria compressa, effervescenza o vapore), si farebbe un uso sinergico di tutte tecnologie solide e semplici che, al fianco dei più evoluti sistemi di recupero energetico di bordo, fornirebbe una soluzione sostenibile ed ecologica per la mobilità elettrica.



## Altri scenari applicativi

Le destinazioni d'uso sono molteplici, tra cui le seguenti:

### **Cogenerazione da gruppi di continuità/caldaie**

Valgono le stesse considerazioni sopra effettuate per i motori endotermici, potendo sfruttare le elevate temperature dei gas in uscita (fumi, nel caso di caldaie<sup>4</sup>) per produrre vapore attraverso scambiatori di calore.

Il vapore prodotto viene inviato direttamente al Mag Spark per la produzione di energia elettrica gratuita

### **Riduttore di pressione**

Mag Spark® è una macchina volumetrica: crea dunque energia elettrica sfruttando principi di espansione degli aeriformi. Ciò permette di impiegare Mag Spark® come **riduttore di pressione** e contemporaneamente come generatore elettrico.

### **Raffrescamento**

Se il vettore aeriforme è azoto compresso, Mag Spark® agisce da “**condizionatore**”, affiancando un'azione di raffrescamento a quella contemporanea di produzione di energia elettrica (contrariamente ai tradizionali condizionatori, che assorbono energia per raffrescare).

### **Generatore di Emergenza - UPS**

In tutti quegli scenari critici in cui occorre garantire la continuità di alimentazione elettrica senza produrre emissioni nocive, il sistema è appositamente predisposto con specifiche funzioni di HUB di energia, in grado di gestire in piena autonomia le forme di energia disponibili per il necessario periodo di tempo.

---

<sup>4</sup> Nel caso delle più recenti caldaie a condensazione, con emissioni a bassa temperatura, l'impiego non risulta facilmente ipotizzabile. Per caldaie classiche, a biomassa o specificamente a vapore, l'utilizzo è invece possibile.