



Cambiamenti climatici: i ghiacciai si ritraggono, l'acqua diminuisce, i raggi solari intrappolati aumentano l'effetto serra



NUOVI COMPRESSORI A VELOCITÀ VARIABILE PER REFRIGERAZIONE DOMESTICA E “LIGHT COMMERCIAL”

**E. ALBERA
EMBRACO**

NUOVI COMPRESSORI A VELOCITÀ VARIABILE PER REFRIGERAZIONE DOMESTICA E “LIGHT COMMERCIAL”

Peter Buksar*, Enrico Albera**

*EMBRACO Slovakia sro, Odorinska Cesta 2, 052-01 Spisska Nova Ves, Slovakia

**EMBRACO Europe s.r.l., Via Pietro Andriano 12, 10020 Riva presso Chieri, Italy

peter.buksar@embraco.com, enrico.albera@embraco.com

Sommario

Embraco da molti anni rappresenta una delle aziende di maggior successo nella promozione in tutti i continenti dei compressori a resa frigorifera variabile e con refrigeranti naturali. Oltre a isobutano, usato principalmente nelle applicazioni domestiche, il propano sta diventando il principale refrigerante nei sistemi commerciali plug-in di piccola taglia come alternativa naturale a R404A.

Le imminenti Direttive EU Ecodesign (Lot 12) e Etichettatura Energetica per la refrigerazione commerciale leggera richiederanno una significativa riduzione del consumo energetico di questi sistemi. La soluzione della resa frigorifera variabile insieme con l'uso di refrigeranti naturali é un potente strumento per soddisfare i nuovi requisiti EU ed oggi, con la continua riduzione dei prezzi della elettronica di potenza, consente un rapido ritorno dell'investimento per l'inverter. Le nuove piattaforme Embraco “Fullmotion” saranno qui presentate insieme a qualche studio che include la valutazione di ritorno economico.

1. Introduzione

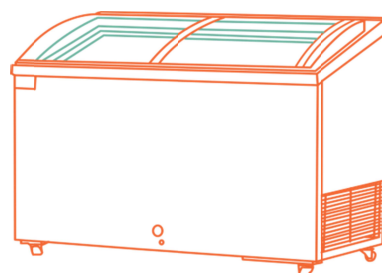
La “Direttiva ECO” recentemente introdotta ha sollevato una nuova domanda per migliorare la efficienza energetica delle apparecchiature commerciali.

A partire da luglio 2016, molti tipi di apparecchiature per la refrigerazione commerciale (Lot 1) sul mercato EU devono esibire nuove etichette di consumo di energia in accordo con Direttiva Ecodesign conosciuta come ErP (Energy related Products) e con MEPS (Minimum Energy Performance Standard). Per un secondo gruppo di prodotti (Lot 12) l'obbligo é in arrivo presto. Le nuove norme aiuteranno EU nella riduzione del consumo di energia e di conseguenza nella riduzione di emissioni di carbonio. Embraco ha testato diverse varianti dei suoi prodotti con l'obiettivo di aiutare i clienti a raggiungere la migliore prestazione energetica possibile, selezionando il refrigerante appropriato ed il modello di compressore.

Embraco per il segmento della refrigerazione “light commercial” raccomanda l'uso di refrigeranti HC in tutti i prodotti che lo consentono, scegliendo tra isobutano (R600a) e propano (R290). Saranno presentati molti test eseguiti con vari modelli di compressore e differenti applicazioni, sia con R600a che con R290, ed i risultati di alcuni di questi. Grazie all'uso degli idrocarburi, sono stati ottenuti significativi miglioramenti, principalmente grazie alle loro ottime proprietà termodinamiche, ma esiste ancora spazio di miglioramento utilizzando la tecnologia della resa frigorifera variabile. Questa tecnologia è ben conosciuta e largamente utilizzata nelle apparecchiature domestiche di classe energetica A+++ , ma il suo utilizzo è ancora limitato nel segmento della refrigerazione “light commercial”. Grazie ai nuovi sviluppi di Embraco e alla espansione del portafoglio FullMotion (VCC), diventa sempre più probabile l'utilizzo anche in questo segmento. Test comparativi di alcuni tipi di apparecchiature commerciali con compressori Embraco Fullmotion saranno presentati insieme con i benefici economici e ambientali di questa scelta.

2. Specifici sistemi di refrigerazione

Uno dei principali articoli che saranno presto coinvolti dalla legislazione prima menzionata è il Freezer per Gelati, usato per un test comparativo di compressore on-off vs. compressore a velocità variabile ed i risultati sono presentati in questo articolo. Il volume interno è di 300 litri, contiene un condensatore skin con pre-condensatore a tubi di rame con aria forzata, pareti di isolamento di 60 mm e doppia porta vetrata a scorrimento. Il dispositivo di espansione usato è un normale capillare. I compressori scelti sono EMC3121U (R290) e VESD9C (VCC R600a) in confronto con l'originale configurazione comprendente un compressore R600a di un concorrente. Come secondo esempio saranno presentati i risultati di una prova su un frigorifero domestico, testato con un compressore Embraco a velocità variabile. Il frigorifero ha due scomparti: un freezer di 80 litri ed una zona frigo di 220 litri, stand alone, compressore singolo e regolazione, condensatore statico a tubi e classe A++. Il compressore scelto è VEMX9C (R600a) in confronto con la configurazione originale contenente un compressore R600a on-off di un concorrente. Il dispositivo di controllo per entrambi i sistemi è un normale termostato elettronico con campo di temperatura tra -10°C e -25°C.



3. Refrigeranti usati

Entrambi i sistemi originali usano refrigerante R600a. I compressori sostitutivi usano R600a oppure R290. Entrambi i refrigeranti sono naturali e presentano un minimo impatto ambientale con ottime proprietà fisiche per questo tipo di applicazione. Le proprietà fisiche fondamentali sono mostrate in tabella 1.

Tabella 1. Refrigeranti – proprietà

Refrigerante	Formula Molecolare	Temperatura Ebollizione	LFL	ODP	GWP 100y
R600a	C4H10	-11,7°C	1,8%	0,00	3
R290	C3H8	-42°C	2,1%	0,00	3

4. Metodologia di prova e risultati

Tutte le configurazioni di sistemi refrigeranti testati sono pressoché identiche, senza cambio di alcun componente. Condensatore, evaporatore, tubazioni, ventole ed ogni altro componente sono rimasti inalterati. Può anche essere utilizzato lo stesso termostato. Per eseguire questo test comparativo, ovviamente, ovviamente sono stati sostituiti i compressori ed i filtri disidratanti. Le caratteristiche fondamentali dei compressori sono elencate in tabella 2.

Tabella 2. Caratteristiche fondamentali dei compressori usati

Modello	Cilindrata (cc)	Refrigerante	RPM	Resa frigorifera (W) a 55°C cond. Ashrae LBP				
				30°C	25°C	20°C	15°C	10°C
EMC3121U	5,54	R290	2900	192	249	313	385	465
VESD11C	11,14	R600a	4500	199	254	325	422	554
VEMX9C	9,04	R600a	3000	162	216	280	356	446

Cambiando il compressore convenzionale on-off, ovviamente, sono stati cambiati anche i componenti elettrici (dispositivo di partenza, condensatore di marcia, protettore). Sostituendo il compressore on-off con quello a velocità variabile si è applicato lo specifico inverter.

In entrambi i casi, con il compressore VCC, l'inverter è di tipo "Drop-in". Questa opzione si utilizza su sistemi dotati di termostato elettro-meccanico. Il modulo di controllo dell'inverter, collegato al normale termostato, decide la migliore velocità di rotazione del compressore in base al carico sull'evaporatore (che determina un aumento o una diminuzione della potenza assorbita), per raggiungere la temperatura impostata sulla apparecchiatura.

Entrambe le misure di consumo sono realizzate a 25°C di temperatura ambiente e 60% di umidità relativa (45 ÷ 75% per frigorifero HH). L'installazione dei sistemi è identica. Come carico termico si è usato il sistema di prova definito dallo standard EN ISO 23953.

I sistemi refrigeranti sono stati testati in camera climatica. La stabilità di temperatura della camera è di ±0,5°C. L'umidità relativa durante la prova è rimasta entro ±3% rispetto al valore impostato. L'installazione dei sistemi refrigeranti durante la prova è definita da standard. L'accuratezza del sistema di acquisizione dati è ±0,3°C per la temperatura, 0,2% per la pressione e tutti i parametri elettrici sono misurati con precisione di 1%. Tutti i risultati delle misure sono elencati nelle tabelle 3 e 4.

Tabella 3. Risultati del test su freezer per gelati

	HC	HC	HC
Compressore	Concorrente	EMC3121U	VESD11C
Tipo di Compressore	alternativo	alternativo	VCC – alternativo
Refrigerante	R600a	R290	R600a
Temperature Ambiente / Umidità relativa	25°C / 60%	25°C / 60%	25°C / 60%
Temperatura di Condensazione	34°C	35°C	30°C
Temperatura di Evaporazione	-33°C	-32.5°C	30°C
Carica di Refrigerante	89g	76g	89g
Tensione	230V/50Hz	230V/50Hz	230V/50Hz
Potenza (prima di arresto compressore)	95W	115W	78W
Temperatura carico refrigerato	-18°C	-18°C	-18°C
Consumo Energia in 24 ore	1.37 kWh	1.35 kWh	1.00 kWh
Confronto Consumo Energia	Riferimento	-1,5%	-27,0%

Tabella 4. Risultati del test su frigorifero domestico

	HC	HC
Compressore	Concorrente	VEMX9C
Tipo Compressore	alternativo	VCC – alternativo
Refrigerante	R600a	R600a
Temperature Ambiente / Umidità relativa	25°C / 45 ÷ 75%	25°C / 45 ÷ 75%
Temperatura di Condensazione	49°C	42°C
Temperatura di Evaporazione	-29°C	-26°C
Carica di Refrigerante	54g	66g
Tensione	230V/50Hz	230V/50Hz
Potenza (prima di arresto compressore)	81W	43W
Temperatura carico refrigerato	+5 / -18°C	+5 / -18° C
Consumo Energia in 24 ore	0.892 kWh	0.667 kWh
Confronto Consumo Energia	Riferimento	-25,2%

5. Stima comparativa dei costi per utente finale

I dati delle misure possono essere usati per stimare i costi energetici di ciascun sistema (tabella 5).

Tabella 5. Analisi dei costi operativi

	Refrigerante	Consumo Energia (kWh/year)	Campo di Prezzo Euro/kWh	Costo Energia Annuale - Euro	Risparmio Annuale - Euro
Freezer per gelati con compressore originale concorrente	R600a	$1,37 \times 365 = 500$	0,1 – 0,3	50 - 150	Riferimento
Freezer per gelati con EMC3121U	R290	$1,35 \times 365 = 493$	0,1 – 0,3	49 - 148	2
Freezer per gelati con VESD11C	R600a	$1 \times 365 = 365$	0,1 – 0,3	37 - 110	12 - 38
	Refrigerante	Consumo Energia (kWh/year)	Campo di Prezzo Euro/kWh	Costo Energia Annuale - Euro	Risparmio Annuale - Euro
Frigorifero domestico con compressore originale concorrente	R600a	$0,89 \times 365 = 325$	0,1 – 0,3	32,5 – 97,5	Riferimento
Frigorifero domestico con VEMX9C	R600a	$0,667 \times 365 = 243$	0,1 – 0,3	24,3 – 72,9	8 - 25

Il risparmio complessivo ottenuto utilizzando la tecnologia VCC nei sistemi presentati in questo articolo si ottiene moltiplicando per il numero di anni che rappresentano la vita utile della applicazione.

6. Conclusioni

Dai dati presentati si può osservare un significativo risparmio di energia (25-27%) ottenuto usando la tecnologia VCC rispetto ai convenzionali compressori on-off. Questo risparmio è importante per 3 aspetti:

1. Risparmio energetico e diminuzione generale dell'impatto sull'ambiente
2. Raggiungimento degli standard energetici
3. Risparmio sulla bolletta dell'energia

In generale si raccomanda di utilizzare la tecnologia VCC per tutti i sistemi di refrigerazione in cui è applicabile, ovviamente, in combinazione con refrigeranti HC.

Al momento essa comporta ancora un significativo aumento della spesa iniziale a causa del costo di compressore e inverter, tuttavia si raccomanda di considerarlo come un investimento con ritorno nel medio termine. Inoltre l'evoluzione nel campo della elettronica mostra opportunità di ridurre i costi a livelli accettabili, specialmente per piccoli sistemi di potenza assorbita fino a 300W.