

▼B**DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2020/1167 DELLA COMMISSIONE****del 6 agosto 2020**

relativa all'approvazione della tecnologia impiegata in un generatore-starter efficiente a 48 volt associato a un convertitore CC/CC a 48 volt/12 volt per l'uso in autovetture e veicoli commerciali leggeri dotati di motori a combustione convenzionali e in alcune autovetture e veicoli commerciali leggeri ibridi elettrici come tecnologia innovativa a norma del regolamento (UE) 2019/631 del Parlamento europeo e del Consiglio

(Testo rilevante ai fini del SEE)*Articolo 1***Tecnologia innovativa**

La tecnologia impiegata in un generatore-starter efficiente a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V è approvata come tecnologia innovativa ai sensi dell'articolo 11 del regolamento (UE) 2019/631, tenendo conto del fatto che i risparmi di CO₂ che ne derivano sono solo parzialmente coperti dalla procedura di prova standard di cui al regolamento (UE) 2017/1151 e a condizione che la tecnologia soddisfi le seguenti condizioni:

▼M1

- a) è installata in autovetture (M₁) o veicoli commerciali leggeri (N₁) con le seguenti caratteristiche:
- i) veicoli con motore a combustione interna (veicoli ICE convenzionali) che possono essere alimentati a benzina, diesel, gas di petrolio liquefatto (GPL), gas naturale compresso (GNC) o E85, o una combinazione di tali carburanti;
 - ii) veicoli ibridi elettrici non a ricarica esterna che possono essere alimentati con i carburanti di cui al punto i) e per i quali, conformemente all'allegato XXI, suballegato 8, appendice 2, punto 1.1.4, del regolamento (UE) 2017/1151, è possibile usare i valori non corretti del consumo di carburante e delle emissioni di CO₂;

▼B

- b) la sua efficienza, che è il prodotto dell'efficienza del generatore-starter a 48 V e dell'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V determinato conformemente al punto 2.3 dell'allegato è almeno pari al:

▼M1

- i) 73,8 % per i veicoli a benzina o E85 senza turbocompressore;
- ii) 73,4 % per i veicoli a benzina o E85 con turbocompressore;

▼B

- iii) 74,2 % per i veicoli diesel;

▼M1

- iv) 74,6 % per i veicoli a GPL senza turbocompressore;
- v) 74,1 % per i veicoli a GPL con turbocompressore;

▼ M1

- vi) 76,3 % per i veicoli a GNC senza turbocompressore;
- vii) 75,7 % per i veicoli a GNC con turbocompressore.

▼ B*Articolo 2***Domanda di certificazione dei risparmi di CO₂**

1. Il costruttore può chiedere a un'autorità di omologazione di certificare i risparmi di CO₂ derivanti dall'uso della tecnologia approvata conformemente all'articolo 1 («la tecnologia innovativa») con riferimento alla presente decisione.
2. Il costruttore si assicura che la domanda di certificazione sia accompagnata da una relazione di verifica redatta da un organismo indipendente e certificato che confermi che la tecnologia è conforme all'articolo 1, lettere a) e b).
3. Se i risparmi di CO₂ sono stati certificati conformemente all'articolo 3, il costruttore si assicura che i risparmi certificati e il codice di eco-innovazione di cui all'articolo 4, paragrafo 1, siano registrati nei certificati di conformità dei veicoli interessati.

*Articolo 3***Certificazione dei risparmi di CO₂**

1. L'autorità di omologazione si accerta che i risparmi di CO₂ derivanti dall'uso della tecnologia innovativa siano stati determinati applicando il metodo di cui all'allegato.
2. Se un costruttore chiede la certificazione dei risparmi di CO₂ per più tipi di generatori-starter a 48 V associati a convertitori CC/CC a 48 V/12 V in relazione alla stessa versione di un veicolo, l'autorità di omologazione determina quale dei generatori-starter a 48 V associati a convertitori CC/CC a 48 V/12 V sottoposti a prova ottiene i risparmi di CO₂ minori. Tale valore è utilizzato ai fini del paragrafo 4.
3. L'autorità di omologazione registra nella pertinente documentazione di omologazione i risparmi di CO₂ certificati determinati conformemente al punto 4 dell'allegato e al codice di eco-innovazione di cui all'articolo 4, paragrafo 1.

▼ M1

3 bis. Se la tecnologia innovativa è installata in un veicolo bi-fuel (bicarburante) o flex-fuel (policarburante), l'autorità di omologazione registra i risparmi di CO₂ certificati come segue:

- a) per i veicoli bi-fuel a benzina e gas, il valore dei risparmi di CO₂ con riferimento al GPL o al GNC;
- b) per i veicoli flex-fuel a benzina e E85, il valore dei risparmi di CO₂ con riferimento alla benzina.

▼B

4. L'autorità di omologazione registra tutti gli elementi considerati ai fini della certificazione in una relazione di prova che accompagna la relazione di verifica di cui all'articolo 2, paragrafo 2, e che insieme a questa viene conservata, e su richiesta mette tali informazioni a disposizione della Commissione.

5. L'autorità di omologazione certifica i risparmi di CO₂ derivanti dall'uso della tecnologia innovativa solo se ritiene che questa sia conforme all'articolo 1, lettere a) e b), e se i risparmi di CO₂, determinati conformemente al punto 3.5 dell'allegato, sono pari o superiori a 0,5 g CO₂/km, come specificato all'articolo 9, paragrafo 1, lettera b), del regolamento di esecuzione (UE) n. 725/2011 nel caso delle autovetture, o all'articolo 9, paragrafo 1, lettera b), del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014 nel caso dei veicoli commerciali leggeri.

*Articolo 4***Codice di eco-innovazione**

1. Alla tecnologia innovativa approvata dalla presente decisione è attribuito il codice di eco-innovazione n. 32.

2. I risparmi di CO₂ certificati registrati in riferimento a tale codice di eco-innovazione possono essere presi in considerazione per il calcolo delle emissioni specifiche medie di un costruttore a partire dall'anno civile 2021.

*Articolo 5***Entrata in vigore**

La presente decisione entra in vigore il ventesimo giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*.

▼B*ALLEGATO***Metodologia per la determinazione dei risparmi di CO₂ della tecnologia utilizzata in un generatore-starter efficiente a 48 volt associato a un convertitore CC/CC a 48 volt/12 volt per motori a combustione convenzionali e per alcune autovetture e veicoli commerciali leggeri ibridi elettrici****1. INTRODUZIONE**

Il presente allegato definisce la metodologia per determinare i risparmi delle emissioni di CO₂ (biossido di carbonio) derivanti dall'uso di un generatore-starter efficiente a 48 volt ("generatore-starter a 48 V"), associato ad un convertitore CC/CC a 48 volt/12 volt ("convertitore CC/CC a 48 V/12 V"), in un veicolo di tipo M₁ o N₁, come specificato all'articolo 1, lettera a).

2. DETERMINAZIONE DELLE EFFICIENZE

L'efficienza del generatore-starter a 48 V e del convertitore CC/CC a 48 V/12 V deve essere determinata separatamente, come specificato ai punti 2.1 e 2.2. I valori risultanti devono essere utilizzati come input per il calcolo dell'efficienza totale del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V conformemente al punto 2.3.

2.1. Efficienza del generatore-starter a 48 V

L'efficienza del generatore-starter a 48 V è determinata conformemente alla norma ISO 8854:2012, con le precisazioni indicate qui di seguito.

▼M2

Il costruttore fornisce all'autorità di omologazione una prova che gli intervalli della frequenza del generatore-starter a 48 volt sono uguali o equivalenti a quelli riportati nella tabella 1 o nella tabella 1 *bis*.

L'efficienza del generatore-starter a 48 volt è determinata sulla base di misurazioni effettuate in ciascuno dei punti di funzionamento elencati nella tabella 1 o nella tabella 1 *bis*.

▼B

L'intensità di corrente del generatore-starter a 48 V in ciascun punto di funzionamento è pari alla metà della corrente nominale. Per ciascun punto di funzionamento, la tensione e la corrente di uscita del generatore-starter a 48 V sono mantenute costanti durante la misurazione, con tensione di 52 V.

▼M2

Se il generatore-starter è installato in autovetture o veicoli commerciali leggeri che soddisfano i requisiti di cui all'articolo 1, lettera a), punto ii), ed è collegato direttamente all'albero di entrata del cambio, ossia come generatore-starter integrato, le frequenze di rotazione e le frequenze dei punti di funzionamento sono regolate conformemente alla tabella 1 *bis*.

▼ B

Tabella 1

| Punto di funzionamento i | Periodo di stabilizzazione [s] | Frequenza di rotazione n_i [min^{-1}] | Frequenza dei punti di funzionamento h_i |
|-------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 | 1 200 | 1 800 | 0,25 |
| 2 | 1 200 | 3 000 | 0,40 |
| 3 | 600 | 6 000 | 0,25 |
| 4 | 300 | 10 000 | 0,10 |

▼ M2

Tabella 1 bis

Punti di funzionamento

| Punto di funzionamento i | Periodo di stabilizzazione [s] | Frequenza di rotazione n_i [min^{-1}] | Frequenza dei punti di funzionamento h_i |
|-------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 | 1 200 | 950 | 0,30 |
| 2 | 1 200 | 1 250 | 0,50 |
| 3 | 600 | 1 550 | 0,16 |
| 4 | 300 | 1 850 | 0,04 |

▼ B

L'efficienza del generatore-starter a 48 V in ciascun punto di funzionamento i (η_{MG_i}) [%] è calcolata secondo la formula 1:

Formula 1

$$\eta_{MG_i} = \frac{60 \cdot U_i \cdot I_i}{2\pi \cdot M_i \cdot n_i} \cdot 100$$

in cui, per ogni punto di funzionamento i ,

U_i è la tensione [V];

I_i è l'intensità di corrente [A];

M_i è la coppia motrice [Nm];

n_i è la frequenza di rotazione [min^{-1}].

Per ciascun punto di funzionamento, le misurazioni devono essere effettuate almeno cinque volte consecutivamente e l'efficienza è calcolata per ciascuna delle misurazioni ($\eta_{MG_{ij}}$) in cui j è l'indice che si riferisce a una serie di misurazioni.

Per ciascun punto di funzionamento si calcola la media di tali efficienze ($\overline{\eta_{MG_i}}$).

▼ B

L'efficienza del generatore-starter a 48 V (η_{MG}) [%] è calcolata secondo la formula 2:

Formula 2

$$\eta_{MG} = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot \overline{\eta_{MG_i}}$$

in cui

$\overline{\eta_{MG_i}}$ è l'efficienza media del generatore-starter a 48 V determinata per il punto di funzionamento i [%]

h_i è la frequenza del punto di funzionamento i, come indicato nella tabella I.

2.2. Efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V

L'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V è determinata nelle seguenti condizioni:

- Tensione d'ingresso di 52 V
- Tensione di uscita di 14,3 V
- Corrente di uscita: potenza nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V divisa per la tensione di uscita di 14,3 V.

La potenza nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V è la potenza di uscita a regime continuo certificata dal fornitore conformemente alle prescrizioni di cui alla norma ISO 8854:2012.

L'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V ($\eta_{DC/DC}$) [%] è calcolata a partire dalle misurazioni dell'intensità della corrente e della tensione secondo la formula 3

Formula 3

$$\eta_{DC/DC} = \frac{U_{12V} \cdot I_{12V}}{U_{48V} \cdot I_{48V}}$$

in cui

U_{48V} è la tensione d'ingresso, che è impostata a 52 [V]

I_{48V} è l'intensità di corrente misurata sul lato dell'input [A]

▼ B

U_{12V} è la tensione di uscita che è impostata a 14,3 [V]

I_{12V} è l'intensità di corrente misurata sul lato dell'output, che dovrebbe essere pari alla potenza nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V divisa per la tensione d'uscita [A]

Le misurazioni e i calcoli dell'efficienza sono ripetuti almeno cinque (5) volte consecutive.

La media di queste efficienze è quindi l'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V ($\overline{\eta_{DC/DC}}$) [%].

2.3. Efficienza combinata

L'efficienza del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V η_{TOT} [%] è calcolata secondo la formula 4:

Formula 4

$$\eta_{TOT} = \eta_{MG} \cdot \overline{\eta_{DC/DC}}$$

η_{MG} : è l'efficienza del generatore-starter a 48 V, determinata conformemente al punto 2.1 [%]

$\overline{\eta_{DC/DC}}$ è l'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V, determinata conformemente al punto 2.2 [%]

3. CALCOLO DEI RISPARMI DI CO₂

3.1. Energia meccanica risparmiata

La differenza (ΔP_m) [W] tra l'energia meccanica risparmiata utilizzando il generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V in condizioni reali (ΔP_{mRW}) e l'energia meccanica risparmiata utilizzando il generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V in condizioni di omologazione (ΔP_{mTA}) è calcolata secondo la formula 5:

Formula 5

$$\Delta P_m = \Delta P_{mRW} - \Delta P_{mTA}$$

in cui

ΔP_{mRW} è calcolato secondo la formula 6 e ΔP_{mTA} secondo la formula 7:

Formula 6

$$\Delta P_{mRW} = \frac{P_{RW}}{\eta_B} - \frac{P_{RW}}{\eta_{TOT}}$$

Formula 7

$$\Delta P_{mTA} = \frac{P_{TA}}{\eta_B} - \frac{P_{TA}}{\eta_{TOT}}$$

in cui,

▼ B

η_{TOT} è l'efficienza del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V, determinata conformemente al punto 2.3 [%]

P_{RW} è la potenza necessaria in condizioni reali, pari a 750 W

P_{TA} è il requisito di potenza in condizioni di omologazione, pari a 350 W

η_B è l'efficienza dell'alternatore di riferimento, pari a 67 %

3.2. Calcolo dei risparmi di CO₂

I risparmi di CO₂ del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V (C_{CO_2}) [g CO₂/km] sono calcolati secondo la formula 8:

Formula 8

$$C_{CO_2} = \Delta P_m \cdot \frac{V_{pe} \cdot CF}{v}$$

in cui,

ΔP_m è la differenza tra l'energia meccanica risparmiata in condizioni reali e l'energia meccanica risparmiata in condizioni di omologazione, come stabilito al punto 3.1

v è la velocità media di guida del WLTP (Procedura di prova per i veicoli leggeri armonizzata a livello mondiale), pari a 46,6 km/h

V_{pe} è il consumo di potenza effettiva quale specificato nella tabella 2 [l/kWh]

CF è il fattore di conversione di cui alla tabella 3 [gCO₂/l]

▼ M1

Tabella 2

Consumo di energia effettiva

| Tipo di motore | Consumo di energia effettiva (V_{pe}) [l/kWh] |
|-------------------|--|
| Benzina/E85 | 0,264 |
| Benzina/E85 turbo | 0,280 |
| Diesel | 0,220 |
| GPL | 0,342 |
| GPL turbo | 0,363 |
| | Consumo di energia effettiva (V_{pe}) [m ³ /kWh] |
| GNC (G20) | 0,259 |
| GNC (G20) turbo | 0,275 |

▼ **M1**

Tabella 3

Fattore di conversione del carburante (CF)

| Tipo di carburante | Fattore di conversione (CF) [g CO ₂ /l] |
|--------------------|---|
| Benzina/E85 | 2 330 |
| Diesel | 2 640 |
| GPL | 1 629 |
| | Fattore di conversione (CF) [g CO ₂ /m ³] |
| GNC (G20) | 1 795 |

▼ **B**3.3. **Calcolo dell'incertezza dei risparmi di CO₂**

Viene quantificata l'incertezza dei risparmi di CO₂ calcolata conformemente al punto 3.2.

A tal fine sono necessari i calcoli indicati qui di seguito.

Innanzitutto, la deviazione standard dell'efficienza del generatore-starter a 48 V in ciascun punto di funzionamento [%] ($s_{\overline{\eta_{MG_i}}}$) è calcolata con la formula 9:

Formula 9

$$s_{\overline{\eta_{MG_i}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\eta_{MG_{ij}} - \overline{\eta_{MG_i}})^2}{m(m-1)}}$$

in cui

m è il numero di misurazioni *j* eseguite in ciascun punto di funzionamento *i* per l'efficienza del generatore-starter a 48 V, di cui al punto 2.1

$\eta_{MG_{ij}}$ è l'efficienza del generatore-starter a 48 V calcolata per una singola misurazione *j* al punto di funzionamento *i*, di cui al punto 2.1 [%]

$\overline{\eta_{MG_i}}$ è l'efficienza media del generatore-starter a 48 V calcolata per un punto di funzionamento *i*, di cui al punto 2.1 [%]

Successivamente, la deviazione standard dell'efficienza del generatore-starter a 48 V ($s_{\eta_{MG}}$) [%] è calcolata secondo la formula 10:

Formula 10

$$s_{\eta_{MG}} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 (h_i \cdot s_{\overline{\eta_{MG_i}}})^2}$$

in cui

$s_{\overline{\eta_{MG_i}}}$ è determinato con la formula 9 [%]

h_i è la frequenza del punto di funzionamento *i*, come indicato nella tabella 1.

▼ B

A questo punto la deviazione standard dell'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V ($s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$) [%] è calcolata conformemente secondo la formula 11:

Formula 11

$$s_{\overline{\eta_{DC/DC}}} = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^L (\eta_{DC/DC1} - \overline{\eta_{DC/DC}})^2}{L(L-1)}}$$

in cui

L è il numero di misurazioni l eseguite per il convertitore CC/CC a 48 V/12 V, di cui al punto 2.2

$\eta_{DC/DC1}$ è l'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V calcolata per una singola misurazione l , di cui al punto 2.2 [%]

$\overline{\eta_{DC/DC}}$ è l'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V, determinata conformemente al punto 2.2 [%]

Infine, l'incertezza dei risparmi di CO₂ ($s_{C_{CO_2}}$) [g CO₂/km] del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V è calcolata secondo la formula 12 e non supera il 30% dei risparmi di CO₂:

Formula 12

$$s_{C_{CO_2}} = \frac{(P_{RW} - P_{TA})}{\eta_{TOT}} \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v} \cdot \sqrt{\left(\frac{s_{\eta_{MG}}}{\eta_{MG}}\right)^2 + \left(\frac{s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}}{\overline{\eta_{DC/DC}}}\right)^2}$$

in cui

P_{RW} è la potenza necessaria in condizioni reali, pari a 750 W

P_{TA} è la potenza necessaria in condizioni di omologazione, pari a 350 W

η_{TOT} è l'efficienza totale del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V, quale determinata al punto 2.3 [%]

V_{Pe} è il consumo di potenza effettiva quale specificato nella tabella 2 [l/kWh]

CF è il fattore di conversione del carburante quale specificato nella tabella 3 [gCO₂/l]

v è la velocità media di guida del WLTP (Procedura di prova per i veicoli leggeri armonizzata a livello mondiale), pari a 46,6 km/h

$s_{\eta_{MG}}$ è la deviazione standard dell'efficienza del generatore-starter a 48 V determinata secondo la formula 10 [%]

▼ B

η_{MG} è l'efficienza del generatore-starter a 48V, quale determinata al punto 2.1 [%]

$S_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$ è la deviazione standard dell'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V, determinata conformemente alla formula 11 [%]

$\overline{\eta_{DC/DC}}$ è l'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V, quale determinata al punto 2.2 [%]

3.4. Arrotondamento

I risparmi di CO₂ (C_{CO_2}) calcolati conformemente al punto 3.2 e l'incertezza dei risparmi di CO₂ ($s_{C_{CO_2}}$) calcolati conformemente al punto 3.3 sono arrotondati al massimo a due decimali.

Ciascun valore utilizzato nel calcolo dei risparmi di CO₂ può essere applicato senza arrotondamenti o deve essere arrotondato al numero minimo di decimali che consente di ottenere l'impatto totale massimo (ossia l'impatto combinato di tutti i valori arrotondati) sui risparmi inferiore a 0,25 g di CO₂/km.

3.5. Controllo rispetto alla soglia minima dei risparmi di CO₂

L'autorità di omologazione garantisce che per ciascuna versione di un veicolo provvista del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V sia rispettato il criterio della soglia minima di cui all'articolo 9, paragrafo 1, lettera b), del regolamento di esecuzione (UE) n. 725/2011 e del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014 della Commissione.

Nel verificare se il criterio della soglia minima è soddisfatto, l'autorità di omologazione tiene conto, conformemente alla formula 13, dei risparmi di CO₂ determinati al punto 3.2, dell'incertezza determinata al punto 3.3 e, se del caso, di una correzione del CO₂ qualora si registri una differenza di massa positiva (Δm) tra il generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V e l'alternatore di riferimento.

Ai fini della correzione positiva della massa, la massa dell'alternatore di riferimento è stabilita a 7 kg.

Il costruttore fornisce all'autorità di omologazione le informazioni, certificate dal fornitore, sulla massa del generatore-starter a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V.

Formula 13

$$(C_{CO_2} - s_{C_{CO_2}} - \Delta CO_{2m}) \geq MT$$

in cui,

MT 0,5 g CO₂/km, come specificato all'articolo 9, paragrafo 1, lettera b), del regolamento di esecuzione (UE) n. 725/2011 e del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014

▼ B

- C_{CO_2} sono i risparmi di CO₂ determinati conformemente al punto 3.2 [g CO₂/km]
- s_{CO_2} incertezza dei risparmi totali di CO₂ determinata conformemente al punto 3.3 [g CO₂/km]
- ΔCO_{2m} La correzione del CO₂, qualora si registri una differenza positiva della massa (Δm) [kg] tra il generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V e l'alternatore di riferimento, calcolata conformemente alla tabella 4: [g CO₂/km]

▼ M1

Tabella 4

Correzione del CO₂ per tener conto della massa in eccesso

| | |
|---|--------------------|
| Benzina/E85 (ΔCO_{2mP}) [g CO ₂ /km] | 0,0277• Δm |
| Diesel (ΔCO_{2mD}) [g CO ₂ /km] | 0,0383• Δm |
| GPL (ΔCO_{2mLPG}) [g CO ₂ /km] | 0,0251• Δm |
| GNC ($\Delta CO_{2mCNG(G20)}$) [g CO ₂ /km] | 0,0209• Δm |

▼ B4. CERTIFICAZIONE DEI RISPARMI DI CO₂

I risparmi di CO₂ che l'autorità di omologazione deve certificare a norma dell'articolo 11 dei regolamenti di esecuzione (UE) n. 725/2011 o (UE) n. 427/2014 (CS_{CO_2}) [g CO₂/km] sono quelli calcolati con la formula 14. I risparmi di CO₂ sono registrati nel certificato di omologazione per ciascuna versione di veicolo provvista di un generatore-starter a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V.

Formula 14

$$CS_{CO_2} = (C_{CO_2} - s_{CO_2})$$

in cui,

- C_{CO_2} sono i risparmi di CO₂ determinati con la formula 8 di cui al punto 3.2 [g CO₂/km]
- s_{CO_2} è l'incertezza dei risparmi di CO₂ del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V calcolata conformemente alla formula 12 di cui al punto 3.3 [g CO₂/km]