

**DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2019/313 DELLA COMMISSIONE****del 21 febbraio 2019**

**relativa all'approvazione della tecnologia utilizzata per il generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V, per l'uso in motori a combustione tradizionale e in alcuni motori ibridi di veicoli commerciali leggeri in quanto tecnologia innovativa per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dei veicoli commerciali leggeri a norma del regolamento (UE) n. 510/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio**

(Testo rilevante ai fini del SEE)

LA COMMISSIONE EUROPEA,

visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea,

visto il regolamento (UE) n. 510/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2011, che definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni dei veicoli commerciali leggeri nuovi nell'ambito dell'approccio integrato dell'Unione finalizzato a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> dei veicoli leggeri <sup>(1)</sup>, in particolare l'articolo 12, paragrafo 4,

considerando quanto segue:

- (1) Il 14 maggio 2018 il fornitore SEG Automotive Germany GmbH ha inoltrato una domanda di approvazione, in quanto ecoinnovazione, per il generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V per i veicoli della categoria N<sub>1</sub>. La domanda è stata valutata in conformità dell'articolo 12 del regolamento (UE) n. 510/2011 e del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014 della Commissione <sup>(2)</sup>.
- (2) Il generatore-starter a 48 V è una macchina reversibile che può funzionare come motore elettrico che converte l'energia elettrica in energia meccanica, o come generatore che converte l'energia meccanica in energia elettrica al pari di un normale alternatore. La domanda presentata si incentra sulla funzione di generatore del componente in questione.
- (3) Il richiedente propone due metodi diversi per determinare l'efficienza complessiva del sistema, combinando l'efficienza del generatore-starter a 48 V e l'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V. Il primo metodo calcola separatamente l'efficienza del generatore-starter a 48 V e del suo convertitore CC/CC a 48 V/12 V, mentre il secondo calcola, combinandole, l'efficienza del generatore-starter a 48 V e del suo convertitore CC/CC a 48 V/12 V (metodo combinato). Entrambe le procedure di prova sono conformi alle linee guida tecniche per la preparazione di domande di approvazione di tecnologie innovative ai sensi del regolamento (UE) n. 510/2011.
- (4) Le informazioni fornite nella domanda dimostrano che per i due casi proposti sono soddisfatti i criteri e le condizioni di cui all'articolo 12 del regolamento (UE) n. 510/2011 e agli articoli 2 e 4 del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014. Di conseguenza, dovrebbe essere approvato in quanto ecoinnovazione il generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V, applicato a veicoli N<sub>1</sub>.
- (5) È opportuno approvare le metodologie di prova per determinare i risparmi di CO<sub>2</sub> derivati dal generatore-starter a 48 V ad alta efficienza di SEG Automotive Germany GmbH (BRM) associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V. Solo le riduzioni di emissioni certificate sulla base di uno dei due metodi di prova stabiliti nella presente decisione possono essere prese in considerazione per determinare i livelli di prestazione specifici di un costruttore in materia di emissioni ai sensi del regolamento (UE) n. 510/2011.
- (6) Al fine di determinare i risparmi di CO<sub>2</sub> generati dal generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V, è necessario stabilire la tecnologia da utilizzare come riferimento per valutare l'efficienza della funzione di generatore. Tenendo conto del giudizio degli esperti, per determinare il risparmio di CO<sub>2</sub> ai sensi della presente decisione è opportuno utilizzare come tecnologia di riferimento un alternatore con un'efficienza del 67 %.

<sup>(1)</sup> GUL 145 del 31.5.2011, pag. 1.

<sup>(2)</sup> Regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014 della Commissione, del 25 aprile 2014, che stabilisce una procedura di approvazione e certificazione di tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dei veicoli commerciali leggeri a norma del regolamento (UE) n. 510/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio (GUL 125 del 26.4.2014, pag. 57).

- (7) Nel caso di veicoli ibridi della categoria  $N_1$  le metodologie di prova sono basate su determinate condizioni valide solo per veicoli per i quali è consentito l'uso di misurazioni senza correzioni, come il consumo di carburante o le emissioni di  $CO_2$  misurate durante la prova di tipo I di cui all'allegato 8 del regolamento UNECE n. 101. Per questo motivo l'ambito della presente decisione copre tutti i veicoli  $N_1$  alimentati da motori a combustione interna ma solo alcuni veicoli ibridi  $N_1$ .
- (8) I risparmi derivanti dal generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V possono essere parzialmente dimostrati attraverso la prova di cui all'allegato XII del regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione <sup>(3)</sup>. È pertanto necessario garantire che tale copertura parziale sia presa in considerazione nella metodologia di prova relativa ai risparmi di  $CO_2$  derivati dal generatore-starter.
- (9) Se l'autorità di omologazione ritiene che il generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V non soddisfi le condizioni per la certificazione, la domanda di certificazione dei risparmi dovrebbe essere respinta.
- (10) La presente decisione dovrebbe applicarsi fino al 2020 incluso per quanto riguarda la procedura di prova di cui all'allegato XII del regolamento (CE) n. 692/2008. Con effetto dal 1° gennaio 2021, le tecnologie innovative devono essere valutate in relazione alla procedura di prova di cui al regolamento (UE) 2017/1151 della Commissione <sup>(4)</sup>.
- (11) Al fine di determinare il codice generale di innovazione ecocompatibile da utilizzare nei pertinenti documenti di omologazione di cui agli allegati I, VIII e IX della direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio <sup>(5)</sup>, si dovrebbe specificare il codice individuale da utilizzare per la tecnologia innovativa che consiste nel generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V,

HA ADOTTATO LA PRESENTE DECISIONE:

#### Articolo 1

### Approvazione

La tecnologia utilizzata per il generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V è approvata come tecnologia innovativa ai sensi dell'articolo 12 del regolamento (UE) n. 510/2011, purché la tecnologia innovativa sia installata in veicoli  $N_1$  alimentati da motori a combustione interna, o in veicoli ibridi  $N_1$  per i quali le condizioni di cui al punto 6.3.2, 2) o 3), dell'allegato 8 del regolamento UNECE n. 101 sono soddisfatte.

#### Articolo 2

### Definizioni

Ai fini della presente decisione il generatore-starter a 48 V è una macchina reversibile che può funzionare come motore elettrico che converte l'energia elettrica in energia meccanica, o come generatore che converte l'energia meccanica in energia elettrica al pari di un normale alternatore. La presente decisione si incentra sulla funzione di generatore del componente in questione.

<sup>(3)</sup> Regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione, del 18 luglio 2008, recante attuazione e modifica del regolamento (CE) n. 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e all'ottenimento di informazioni per la riparazione e la manutenzione del veicolo (GU L 199 del 28.7.2008, pag. 1).

<sup>(4)</sup> Regolamento (UE) 2017/1151 della Commissione, del 1° giugno 2017, che integra il regolamento (CE) n. 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e all'ottenimento di informazioni sulla riparazione e la manutenzione del veicolo, modifica la direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, il regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione e il regolamento (UE) n. 1230/2012 della Commissione e abroga il regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione (GU L 175 del 7.7.2017, pag. 1).

<sup>(5)</sup> Direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 settembre 2007, che istituisce un quadro per l'omologazione dei veicoli a motore e dei loro rimorchi, nonché dei sistemi, componenti ed entità tecniche destinati a tali veicoli (direttiva quadro) (GU L 263 del 9.10.2007, pag. 1).

*Articolo 3***Domanda di certificazione dei risparmi di CO<sub>2</sub>**

1. Un costruttore può richiedere la certificazione dei risparmi di CO<sub>2</sub> derivati da uno o più generatori-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associati a convertitori CC/CC a 48 V/12 V destinati ad essere utilizzati nei veicoli N<sub>1</sub> che rispettano le condizioni di cui all'articolo 1.
2. La domanda di certificazione dei risparmi derivati da uno o più generatori-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associati a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V è corredata da una relazione di verifica indipendente a conferma del fatto che è rispettata la soglia dei risparmi di CO<sub>2</sub> (1 g di CO<sub>2</sub>/km) specificata all'articolo 9 del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014.
3. L'autorità di omologazione respinge la domanda di certificazione se il generatore-starter associato al convertitore o i generatori-starter associati ai convertitori sono installati in veicoli che non rispettano le condizioni di cui all'articolo 1, oppure se i risparmi di emissioni di CO<sub>2</sub> sono inferiori alla soglia di cui all'articolo 9, paragrafo 1, del regolamento (UE) n. 427/2014.

*Articolo 4***Certificazione dei risparmi di CO<sub>2</sub>**

1. La riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivante dall'uso di un generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V è determinata utilizzando uno dei due metodi stabiliti nell'allegato.
2. Se un costruttore richiede la certificazione dei risparmi di CO<sub>2</sub> derivati da più di un generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V in relazione a una versione di un veicolo, l'autorità di omologazione determina quale dei generatori-starter associati a un convertitore sottoposti a prova ottiene i risparmi di CO<sub>2</sub> più bassi e registra tali risparmi nella pertinente documentazione di omologazione. Tale valore è indicato anche nel certificato di conformità a norma dell'articolo 11, paragrafo 2, del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014.
3. L'autorità di omologazione registra la relazione di verifica e i risultati della prova sulla base della quale sono stati determinati i risparmi e, su richiesta, mette tali informazioni a disposizione della Commissione.

*Articolo 5***Codice di innovazione ecocompatibile**

Il codice di innovazione ecocompatibile n. 26 è inserito nella documentazione di omologazione laddove si fa riferimento alla presente decisione a norma dell'articolo 11, paragrafo 1, del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014.

*Articolo 6***Applicabilità**

La presente decisione si applica fino al 31 dicembre 2020.

*Articolo 7***Entrata in vigore**

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

Fatto a Bruxelles, il 21 febbraio 2019

*Per la Commissione*  
*Il Presidente*  
Jean-Claude JUNCKER

## ALLEGATO

**Metodologia per la determinazione dei risparmi di CO<sub>2</sub> di un generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V e installato in veicoli che rispettano le condizioni di cui all'articolo 1.**

## 1. INTRODUZIONE

Al fine di determinare le riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> ascrivibili all'uso della funzione di generatore del generatore-starter a 48 V ad alta efficienza (BRM) di SEG Automotive Germany GmbH, di seguito «generatore-starter a 48 V» o «generatore-starter», associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V, per uso in veicoli che rispettano le condizioni di cui all'articolo 1, è necessario specificare quanto segue:

- (1) le condizioni di prova;
- (2) le apparecchiature di prova;
- (3) la procedura per determinare l'efficienza totale;
- (4) la procedura per determinare i risparmi di CO<sub>2</sub>;
- (5) la procedura per determinare l'incertezza dei risparmi di CO<sub>2</sub>.

Per determinare i risparmi di CO<sub>2</sub> possono essere utilizzati due metodi alternativi, descritti qui di seguito.

## 2. SIMBOLI, PARAMETRI E UNITÀ

*Simboli latini*

C <sub>CO<sub>2</sub></sub>	— Risparmi di CO <sub>2</sub> [g CO <sub>2</sub> /km]
CO <sub>2</sub>	— Biossido di carbonio
CF	— Fattore di conversione (l/100 km) — (g CO <sub>2</sub> /km) [gCO <sub>2</sub> /l] come definito nella tabella 3
h	— Frequenza come definita nella tabella 1
i	— Numero di punti di funzionamento
I	— Intensità della corrente usata per la misurazione [A]
l	— Numero di misurazioni del campione per il convertitore CC/CC a 48 V/12 V
m	— Numero di misurazioni del campione per il generatore-starter a 48 V
M	— Coppia motrice (Nm)
n	— Frequenza di rotazione [min <sup>-1</sup> ] come definita nella tabella 1
P	— Potenza [W]
$s_{\eta_{DCDC}}$	— Deviazione standard dell'efficienza media del convertitore CC/CC a 48 V/12 V [%]
$s_{\eta_{MG}}$	— Deviazione standard dell'efficienza del generatore-starter a 48 V [%]
$s_{\eta_{MG}}$	— Deviazione standard dell'efficienza media del generatore-starter a 48 V [%]
$s_{\eta_{TOT}}$	— Deviazione standard dell'efficienza totale [%]
$s_{C_{CO_2}}$	— Deviazione standard dei risparmi totali di CO <sub>2</sub> [g CO <sub>2</sub> /km]
U	— Tensione di prova usata per la misurazione [V]
v	— Velocità media di guida del NEDC ( <i>New European Driving Cycle</i> - Nuovo ciclo di guida europeo) [km/h]
V <sub>Pe</sub>	— Consumo di energia effettiva [l/kWh] come definito nella tabella 2

*Simboli greci*

Δ	— Differenza
η <sub>B</sub>	— Efficienza dell'alternatore di riferimento [%]

- $\eta_{\text{DCDC}}$  — Efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V [%]  
 $\overline{\eta}_{\text{DC/DC}}$  — Efficienza media del convertitore CC/CC a 48 V/12 V [%]  
 $\eta_{\text{MG}}$  — Efficienza del generatore-starter a 48 V [%]  
 $\overline{\eta}_{\text{MG}_i}$  — Efficienza media del generatore-starter a 48 V al punto di funzionamento  $i$  [%]  
 $\eta_{\text{TOT}}$  — Efficienza totale [%]

### Pedici

L'indice (i) si riferisce al punto di funzionamento

L'indice (j) si riferisce alla misurazione del campione

MG — generatore-starter (*motor generator*)

m — profilo meccanico

RW — condizioni reali

TA — condizioni di omologazione (NEDC)

B — riferimento

## 3. METODO 1 («METODO SEPARATO»)

### 3.1 Efficienza del generatore-starter a 48 V

L'efficienza del generatore-starter a 48 V è determinata conformemente alla norma ISO 8854:2012, ad eccezione degli elementi specificati nella presente sezione.

La coerenza degli intervalli della frequenza di rotazione del generatore-starter efficiente a 48 V rispetto a quelli di cui alla tabella 1 è attestata dalla documentazione di prova fornita all'autorità di omologazione. Le misurazioni sono effettuate in vari punti di funzionamento, come definito nella Tabella 1. L'intensità della corrente del generatore-starter efficiente a 48 V è definita come la metà della corrente nominale per tutti i punti di funzionamento. Il voltaggio e la corrente di uscita del generatore-starter devono essere mantenuti costanti per ogni frequenza di rotazione, con tensione di 52 V.

Tabella 1

#### Punti di funzionamento

Punto di funzionamento $i$	Periodo di stabilizzazione [s]	Frequenza di rotazione $n_i$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	Frequenza $h_i$
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

L'efficienza in ciascun punto di funzionamento è calcolata con la formula 1:

Formula 1

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

Tutte le misurazioni dell'efficienza sono effettuate consecutivamente almeno cinque (5) volte. La media delle misurazioni si calcola in ciascun punto di funzionamento ( $\overline{\eta}_{\text{MG}_i}$ ).

L'efficienza della funzione di generatore ( $\eta_{MG}$ ) è calcolata con la formula 2:

Formula 2

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

### 3.2 Efficienza del convertitore CC/CC 48 V/12 V

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

- Tensione in uscita di 14,3 V
- Potenza nominale in uscita del convertitore CC/CC a 48 V/12 V divisa per 14,3 V

La potenza nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V è la potenza di uscita a regime continuo della parte a 12 V garantita dal costruttore del convertitore CC/CC a condizioni specificate nella norma ISO 8854:2012.

L'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V è misurata consecutivamente almeno cinque (5) volte. Per i calcoli di cui al paragrafo 3.3 è calcolata e utilizzata la media di tutte le misurazioni ( $\overline{\eta_{DC/DC}}$ ) effettuate.

### 3.3 Efficienza totale ed energia meccanica risparmiata

L'efficienza totale del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V è calcolata con la formula 3:

Formula 3

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

La funzione di generatore del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V comporta un risparmio di energia meccanica, in condizioni reali ( $\Delta P_{mRW}$ ) e in condizioni di omologazione NEDC ( $\Delta P_{mTA}$ ), come definito nella formula 4.

Formula 4

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

Dove l'energia meccanica risparmiata in condizioni reali ( $\Delta P_{mRW}$ ) è calcolata secondo la formula 5 e l'energia meccanica risparmiata in condizioni di omologazione NEDC ( $\Delta P_{mTA}$ ) con la formula 6:

Formula 5

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

Formula 6

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

dove

$P_{RW}$ : potenza necessaria in condizioni reali [W], stimata a 750 W

$P_{TA}$ : potenza necessaria in condizioni di omologazione NEDC [W], stimata a 350 W

$\eta_B$ : efficienza dell'alternatore di riferimento [%], pari a 67 %

### 3.4 Calcolo dei risparmi di CO<sub>2</sub>

I risparmi di CO<sub>2</sub> del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V sono calcolati con la formula 7:

Formula 7

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

dove

v: velocità media di guida del NEDC [km/h], pari a 33,58 km/h

V<sub>Pe</sub>: consumo di energia effettiva come definito nella tabella 2:

Tabella 2

#### Consumo di energia effettiva

Tipo di motore	Consumo di energia effettiva (V <sub>Pe</sub> ) [l/kWh]
Benzina	0,264
Benzina turbo	0,280
Diesel	0,220

CF: Fattore di conversione (l/100 km) - (g CO<sub>2</sub>/km) [gCO<sub>2</sub>/l] come definito nella tabella 3

Tabella 3

#### Fattore di conversione del carburante

Tipo di carburante	Fattore di conversione (l/100 km) - (g CO <sub>2</sub> /km) (CF) [gCO <sub>2</sub> /l]
Benzina	2 330
Diesel	2 640

### 3.5 Calcolo del margine statistico

Occorre quantificare il margine statistico dei risultati della metodologia di prova causato dalle misurazioni. Per ciascun punto di funzionamento la deviazione standard è calcolata con la formula 8:

Formula 8

$$s_{\eta_{MGi}} = \frac{s_{\eta_{MGi}}}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\eta_{MGij} - \bar{\eta}_{MGi})^2}{m(m-1)}}$$

La deviazione standard del valore dell'efficienza del generatore-starter efficiente a 48 V (s<sub>η<sub>MG</sub></sub>) è calcolata con la formula 9:

Formula 9

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

La deviazione standard del valore dell'efficienza del convertitore CC/CC a 48 V/12 V ( $s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$ ) è calcolata con la formula 10:

Formula 10

$$s_{\overline{\eta_{DC/DC}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^1 (\eta_{DC/DC_j} - \overline{\eta_{DC/DC}})^2}{1(1-1)}}$$

La deviazione standard dell'efficienza del generatore-starter ( $s_{\eta_{MG}}$ ) e del convertitore CC/CC a 48 V/12 V ( $s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$ ) comportano un'incertezza nel risparmio di CO<sub>2</sub> ( $s_{CO_2}$ ). Tale incertezza è calcolata con la formula 11:

Formula 11

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

#### 4. METODO 2 («METODO COMBINATO»)

##### 4.1 Efficienza del generatore-starter a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V

L'efficienza del generatore-starter a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V è determinata conformemente alla norma ISO 8854:2012, ad eccezione degli elementi specificati nella presente sezione.

La coerenza degli intervalli di velocità del generatore-starter efficiente a 48 V rispetto a quelli di cui alla tabella 1 è attestata dalla documentazione di prova fornita all'autorità di omologazione.

Le misurazioni sono effettuate in vari punti di funzionamento, come definito nella tabella 1. L'intensità della corrente del generatore-starter efficiente a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V è definita come la metà della corrente nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V per tutti i punti di funzionamento.

La corrente nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V è definita come la sua potenza nominale d'uscita divisa per 14,3 V. La potenza nominale del convertitore CC/CC a 48 V/12 V è la potenza di uscita a regime continuo della parte a 12 V garantita dal costruttore del convertitore CC/CC a condizioni specificate nella norma ISO 8854:2012.

Il voltaggio e la corrente di uscita del generatore-starter devono essere mantenuti costanti per ogni velocità, con tensione di 52 V.

L'efficienza in ciascun punto di funzionamento è calcolata con la formula 12:

Formula 12

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

Tutte le misurazioni dell'efficienza sono effettuate consecutivamente almeno cinque (5) volte. La media delle misurazioni si calcola in ciascun punto di funzionamento ( $\overline{\eta_{TOT_i}}$ ).

L'efficienza della funzione di generatore ( $\eta_{TOT}$ ) è calcolata con la formula 13:

Formula 13

$$\eta_{TOT} = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot \overline{\eta_{TOT_i}}$$

La modalità di misurazione deve consentire di misurare l'efficienza del generatore-starter a 48 V solo per la sua funzione di generatore.

#### 4.2 Dimostrazione dell'applicazione del principio di cautela nella determinazione dell'efficienza del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V

Al fine di utilizzare la procedura di cui nella sezione 4.1 per la determinazione di  $\eta_{TOT}$  occorre dimostrare che l'efficienza del solo generatore-starter a 48 V ottenuta nelle condizioni di cui alla sezione 4.1 è inferiore all'efficienza ottenuta nelle condizioni di cui alla sezione 3.1.

#### 4.3 Energia meccanica risparmiata

La funzione di generatore del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V comporta un risparmio di energia meccanica, in condizioni reali ( $\Delta P_{mRW}$ ) e in condizioni di omologazione ( $\Delta P_{mTA}$ ), come definito nella formula 14.

Formula 14

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

Dove l'energia meccanica risparmiata in condizioni reali ( $\Delta P_{mRW}$ ) è calcolata secondo la formula 15 e l'energia meccanica risparmiata in condizioni di omologazione ( $\Delta P_{mTA}$ ) con la formula 16:

Formula 15

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

Formula 16

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

dove

$P_{RW}$ : potenza necessaria in condizioni reali [W], stimata a 750 W

$P_{TA}$ : potenza necessaria in condizioni di omologazione NEDC [W], stimata a 350 W

$\eta_B$ : efficienza dell'alternatore di riferimento [%], pari a 67 %

#### 4.4 Calcolo dei risparmi di CO<sub>2</sub>

I risparmi di CO<sub>2</sub> del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V sono calcolati con la formula 17:

Formula 17

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

dove

$v$ : velocità media di guida del NEDC [km/h], pari a 33,58 km/h

$V_{pe}$ : consumo di energia effettiva come definito nella tabella 2

$CF$ : fattore di conversione (l/100 km) - (g CO<sub>2</sub>/km) [gCO<sub>2</sub>/l] come definito nella tabella 3

#### 4.5 Calcolo del margine statistico

Occorre quantificare il margine statistico dei risultati della metodologia di prova causato dalle misurazioni. Per ciascun punto di funzionamento la deviazione standard è calcolata con la formula 18:

Formula 18

$$s_{\eta_{TOT_i}} = \frac{s_{\eta_{TOT_i}}}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\eta_{TOT_{ij}} - \bar{\eta}_{TOT_i})^2}{m(m-1)}}$$

La deviazione standard del valore dell'efficienza del generatore-starter efficiente a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V ( $s_{\eta_{TOT}}$ ) è calcolata con la formula 19:

Formula 19

$$s_{\eta_{TOT}} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 (h_i \cdot s_{\eta_{TOTi}})^2}$$

La deviazione standard dell'efficienza del generatore-starter e del convertitore CC/CC a 48 V/12 V comportano un'incertezza nel risparmio di CO<sub>2</sub> ( $s_{C_{CO_2}}$ ). Tale incertezza è calcolata con la formula 20:

Formula 20

$$s_{C_{CO_2}} = \frac{(P_{RW} - P_{TA})}{\eta_{TOT}^2} \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v} \cdot s_{\eta_{TOT}}$$

## 5. ARROTONDAMENTO

Il valore calcolato per i risparmi di CO<sub>2</sub> ( $C_{CO_2}$ ) e il margine statistico del risparmio di CO<sub>2</sub> ( $s_{C_{CO_2}}$ ) devono essere arrotondati al massimo al secondo decimale.

Ciascun valore utilizzato per il calcolo dei risparmi di CO<sub>2</sub> può essere applicato senza arrotondamenti o deve essere arrotondato al numero minimo di decimali che consenta di ottenere un impatto totale massimo (ossia l'impatto combinato di tutti i valori arrotondati) sui risparmi inferiore a 0,25 g di CO<sub>2</sub>/km.

## 6. SIGNIFICATIVITÀ STATISTICA (per entrambi i metodi)

Per ciascun tipo, variante e versione di un veicolo provvisto del generatore-starter efficiente a 48 V occorre dimostrare che l'incertezza sui risparmi di CO<sub>2</sub> calcolati applicando la formula 7 o la formula 17 non è maggiore rispetto alla differenza tra il risparmio totale di CO<sub>2</sub> e la soglia minima di risparmio specificata dall'articolo 9, paragrafo 1, del regolamento di esecuzione (UE) n. 725/2011<sup>(1)</sup> e del regolamento di esecuzione (UE) n. 427/2014 (cfr. formula 21).

Formula 21

$$MT < C_{CO_2} - s_{C_{CO_2}} - \Delta CO_{2m}$$

dove:

MT: soglia minima [g CO<sub>2</sub>/km]

$C_{CO_2}$ : risparmio totale di CO<sub>2</sub> [g CO<sub>2</sub>/km]

$s_{C_{CO_2}}$ : deviazione standard del risparmio totale di CO<sub>2</sub> [g CO<sub>2</sub>/km]

$\Delta CO_{2m}$ : coefficiente di correzione del CO<sub>2</sub> dovuto alla differenza positiva della massa del generatore-starter efficiente a 48 V associato a un convertitore CC/CC a 48 V/12 V e dell'alternatore di riferimento. Per  $\Delta CO_{2m}$  si utilizzano i dati della tabella 4.

Tabella 4

### Coefficiente di correzione del CO<sub>2</sub> per tener conto della massa in eccesso

Tipo di carburante	Coefficiente di correzione del CO <sub>2</sub> per tener conto della differenza positiva della massa ( $\Delta CO_{2m}$ ) [g CO <sub>2</sub> /km]
Benzina	0,0277 · $\Delta m$
Diesel	0,0383 · $\Delta m$

<sup>(1)</sup> Regolamento di esecuzione (UE) n. 725/2011 della Commissione, del 25 luglio 2011, che stabilisce una procedura di approvazione e certificazione di tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture a norma del regolamento (CE) n. 443/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio (GU L 194 del 26.7.2011, pag. 19).

$\Delta m$  (nella tabella 4) è la massa in eccesso dovuta all'installazione del generatore-starter a 48 V e del convertitore CC/CC a 48 V/12 V. È la differenza positiva tra la massa del generatore-starter a 48 V associato al convertitore CC/CC a 48 V/12 V e la massa dell'alternatore di riferimento. La massa dell'alternatore di riferimento è 7 kg. La massa in eccesso deve essere verificata e confermata nella relazione di verifica da presentare all'autorità di omologazione insieme alla domanda di certificazione.

---