

DECISÃO DE EXECUÇÃO (UE) 2019/314 DA COMISSÃO**de 21 de fevereiro de 2019**

relativa à aprovação da tecnologia utilizada no motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e conversor 48V/12V CC/CC da SEG Automotive Germany GmbH, destinados a motores de combustão convencionais e certos automóveis de passageiros híbridos, como tecnologia inovadora para reduzir as emissões de CO₂ dos automóveis de passageiros em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 443/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho

(Texto relevante para efeitos do EEE)

A COMISSÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia,

Tendo em conta o Regulamento (CE) n.º 443/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de abril de 2009, que define normas de desempenho em matéria de emissões dos automóveis de passageiros como parte da abordagem integrada da União para reduzir as emissões de CO₂ dos automóveis de passageiros ⁽¹⁾, nomeadamente o artigo 12.º, n.º 4,

Considerando o seguinte:

- (1) Em 14 de maio de 2018, o fornecedor *SEG Automotive Germany GmbH* apresentou um pedido de aprovação como ecoinovação de um motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e conversor 48V/12V CC/CC para veículos da categoria M₁. O pedido foi apreciado em conformidade com o artigo 12.º do Regulamento (CE) n.º 443/2009 e com o Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011 da Comissão ⁽²⁾.
- (2) O motor-gerador de 48V é uma máquina reversível que pode funcionar quer como um motor elétrico que transforma energia elétrica em energia mecânica quer como um gerador que converte energia mecânica em energia elétrica, como um alternador convencional. O pedido de homologação apresentado está centrado na função de geração do componente.
- (3) O requerente propôs duas metodologias diferentes para determinar a eficiência total do sistema, combinando a eficiência do motor-gerador de 48V e a eficiência do conversor 48V/12V CC/CC. O primeiro método visa calcular separadamente a eficiência do motor-gerador de 48V e do conversor 48V/12V CC/CC, enquanto o segundo se destina a calcular a eficiência do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC (método combinado). Ambos os procedimentos de ensaio são conformes com as orientações técnicas para a preparação dos pedidos de aprovação de tecnologias inovadoras ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 443/2009. Em comparação com a metodologia de ensaio definida na Decisão de Execução (UE) 2017/785 da Comissão ⁽³⁾ relativa à aprovação de grupos conversores eficientes de 12V, as metodologias de ensaio para os motores-geradores de 48V incluem diferentes ensaios da tensão e da corrente para ter em conta as especificidades do motor-gerador de 48V.
- (4) As informações fornecidas no pedido demonstram o cumprimento, em ambos os casos, das condições e critérios referidos no artigo 12.º do Regulamento (CE) n.º 443/2009 e nos artigos 2.º e 4.º do Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011. Consequentemente, o motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e o conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH*, aplicados em veículos da categoria M₁, devem ser aprovados como ecoinovação.
- (5) Devem igualmente aprovar-se as metodologias de ensaio para determinar as reduções de CO₂ resultantes do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e do conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH*. Só as reduções de emissões certificadas com base numa das duas metodologias de ensaio estabelecidas na presente decisão podem ser tidas em conta para determinar o desempenho específico de um fabricante em matéria de emissões nos termos do Regulamento (CE) n.º 443/2009.

⁽¹⁾ JO L 140 de 5.6.2009, p. 1.

⁽²⁾ Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011 da Comissão, de 25 de julho de 2011, que estabelece o procedimento de aprovação e certificação de tecnologias inovadoras para redução das emissões de CO₂ dos automóveis de passageiros de acordo com o Regulamento (CE) n.º 443/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 194 de 26.7.2011, p. 19).

⁽³⁾ Decisão de Execução (UE) 2017/785 da Comissão, de 5 de maio de 2017, relativa à aprovação de grupos conversores eficientes de 12V para utilização em automóveis de passageiros equipados com motores de combustão convencionais, como tecnologia inovadora para reduzir as emissões de CO₂ dos automóveis de passageiros, em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 443/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 118 de 6.5.2017, p. 20).

- (6) A fim de determinar as reduções de CO₂ resultantes do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e do conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH*, é necessário estabelecer a tecnologia de referência em relação à qual deve ser avaliada a sua eficiência. Tendo em conta os pareceres dos peritos, é adequado considerar um alternador com uma eficiência de 67 % como a tecnologia de base para determinar as reduções de CO₂ nos termos da presente decisão.
- (7) No caso dos veículos híbridos da categoria M₁, as metodologias de ensaio baseiam-se em determinadas condições que só são válidas para os veículos em que são autorizadas medições não corrigidas, como o consumo de combustível ou as emissões de CO₂ durante o ensaio do tipo 1, conforme especificado no anexo 8 do Regulamento 101 da UNECE. Por este motivo, a presente decisão aplica-se a qualquer veículo da categoria M₁ com motor de combustão interna, mas apenas a determinados veículos híbridos dessa mesma categoria.
- (8) As economias do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e do conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH* podem ser parcialmente demonstradas através do ensaio referido no anexo XII do Regulamento (CE) n.º 692/2008 da Comissão ⁽⁴⁾. Por conseguinte, é necessário assegurar que esta cobertura parcial seja tida em conta na metodologia de ensaio das reduções de CO₂ resultantes deste motor-gerador.
- (9) Se a entidade homologadora considerar que o motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e o conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH* não satisfazem as condições de certificação, o pedido de certificação das reduções deve ser rejeitado.
- (10) A presente decisão deve aplicar-se até 2020, nomeadamente em relação ao procedimento de ensaio referido no anexo XII do Regulamento (CE) n.º 692/2008. Com efeitos a partir de 1 de janeiro de 2021, as tecnologias inovadoras deverão ser avaliadas em função do procedimento de ensaio estabelecido no Regulamento (UE) 2017/1151 da Comissão ⁽⁵⁾.
- (11) Para determinar o código geral deecoinovação a utilizar nos documentos de homologação relevantes em conformidade com os anexos I, VIII e IX da Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽⁶⁾, importa especificar o código individual a utilizar para a tecnologia inovadora do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e do conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH*,

ADOTOU A PRESENTE DECISÃO:

Artigo 1.º

Aprovação

A tecnologia utilizada no motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH* é aprovada como tecnologia inovadora na aceção do artigo 12.º do Regulamento (CE) n.º 443/2009, desde que a tecnologia inovadora seja instalada em veículos com motor de combustão interna da categoria M₁, ou em veículos híbridos da mesma categoria que cumpram as condições especificadas no ponto 6.3.2, n.ºs 2 ou 3, do anexo 8 do Regulamento 101 da UNECE.

Artigo 2.º

Definições

Para efeitos da presente decisão, entende-se por motor-gerador de 48V uma máquina reversível que pode funcionar quer como um motor elétrico que transforma energia elétrica em energia mecânica, quer como um gerador que converte energia mecânica em energia elétrica, como um alternador convencional. A presente decisão está centrada na função de geração do componente.

⁽⁴⁾ Regulamento de Execução (CE) n.º 692/2008 da Comissão, de 18 de julho de 2008, que executa e altera o Regulamento (CE) n.º 715/2007 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à homologação dos veículos a motor no que respeita às emissões dos veículos ligeiros de passageiros e comerciais (Euro 5 e Euro 6) e ao acesso à informação relativa à reparação e manutenção de veículos (JO L 199 de 28.7.2008, p. 1).

⁽⁵⁾ Regulamento (UE) 2017/1151 da Comissão, de 1 de junho de 2017, que completa o Regulamento (CE) n.º 715/2007 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à homologação dos veículos a motor no que respeita às emissões dos veículos ligeiros de passageiros e comerciais (Euro 5 e Euro 6) e ao acesso à informação relativa à reparação e manutenção de veículos, que altera a Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, o Regulamento (CE) n.º 692/2008 da Comissão e o Regulamento (UE) n.º 1230/2012 da Comissão, e revoga o Regulamento (CE) n.º 692/2008 da Comissão (JO L 175 de 7.7.2017, p. 1).

⁽⁶⁾ Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas separadas destinados a serem utilizados nesses veículos (Diretiva-Quadro) (JO L 263 de 9.10.2007, p. 1).

Artigo 3.º**Pedido de certificação das reduções das emissões de CO₂**

1. Os fabricantes podem requerer a certificação das reduções de CO₂ de um ou vários motores-geradores de alta eficiência de 48V (BRM) e conversores 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH* para utilização em veículos da categoria M₁ que cumpram as condições estabelecidas no artigo 1.º.
2. Os pedidos de certificação das reduções das emissões de um ou vários motores-geradores de alta eficiência de 48V (BRM) e conversores 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH* devem ser acompanhados de um relatório de verificação independente que confirme que o limiar de redução de 1 g CO₂/km especificado no artigo 9.º do Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011 é atingido.
3. A entidade homologadora deve indeferir o pedido de certificação se verificar que o motor-gerador e conversor ou os motores-geradores e conversores estão montados em veículos que não cumprem as condições do artigo 1.º, ou que a redução das emissões de CO₂ é inferior ao limiar especificado no artigo 9.º, n.º 1, do Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011.

Artigo 4.º**Certificação das reduções das emissões de CO₂**

1. A redução das emissões de CO₂ decorrente da utilização do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) e do conversor 48V/12V CC/CC da *SEG Automotive Germany GmbH* deve ser determinada utilizando uma das duas metodologias descritas no anexo.
2. Se um fabricante apresentar um pedido de certificação das reduções das emissões de CO₂ decorrentes de mais de um motor-gerador de 48V e conversor 48V/12V CC/CC relativamente a uma versão de um veículo, a entidade homologadora deve determinar qual dos motores-geradores e conversores ensaiados apresenta a menor redução das emissões de CO₂ e registar o valor dessa redução na documentação de homologação correspondente. Esse valor deve igualmente ser indicado no certificado de conformidade de acordo com o artigo 11.º, n.º 2, do Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011.
3. A entidade homologadora deve registar o relatório de verificação e os resultados dos ensaios com base nos quais as reduções foram calculadas e disponibilizar essas informações à Comissão, mediante pedido.

Artigo 5.º**Código deecoinovação**

O código deecoinovação a inscrever na documentação de homologação quando nela se remeter para a presente decisão, em conformidade com o artigo 11.º, n.º 1, do Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011, é o n.º 27.

Artigo 6.º**Aplicabilidade**

A presente decisão é aplicável até 31 de dezembro de 2020.

Artigo 7.º**Entrada em vigor**

A presente decisão entra em vigor no vigésimo dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

Feito em Bruxelas, em 21 de fevereiro de 2019.

Pela Comissão
O Presidente
Jean-Claude JUNCKER

ANEXO

Metodologia para determinar as reduções de CO₂ resultantes do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC da SEG Automotive Germany GmbH instalados em veículos que cumpram as condições estabelecidas no artigo 1.º

1. INTRODUÇÃO

A fim de determinar as reduções das emissões de CO₂ que podem ser atribuídas à função de geração do motor-gerador de alta eficiência de 48V (BRM) da SEG Automotive Germany GmbH, a seguir designado «motor-gerador de 48V» ou «motor-gerador», em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC, destinado a ser utilizado em veículos que cumpram as condições estabelecidas no artigo 1.º, é necessário especificar:

- (1) As condições de ensaio;
- (2) O equipamento de ensaio;
- (3) O procedimento para determinar a eficiência total;
- (4) O procedimento para determinar as reduções de CO₂;
- (5) O procedimento para determinar a incerteza das reduções de CO₂;

Podem ser utilizados dois métodos alternativos para determinar as reduções de CO₂, descritos abaixo.

2. SÍMBOLOS, PARÂMETROS E UNIDADES

Símbolos em caracteres latinos

C_{CO_2}	— Redução das emissões de CO ₂ [g CO ₂ /km]
CO ₂	— Dióxido de carbono
CF	— Fator de conversão de l/100 km em g CO ₂ /km [(gCO ₂)/l], como definido no quadro 3
h	— Frequência, como definida no quadro 1
i	— Número de pontos de funcionamento
I	— Intensidade de corrente a que a medição é efetuada [A]
l	— Número de medições da amostra para o conversor 48V/12V CC/CC
m	— Número de medições da amostra para o motor-gerador de 48V
M	— Binário [Nm]
n	— Frequência de rotação [min ⁻¹], como definida no quadro 1
P	— Potência [W]
$\overline{s_{\eta_{DCDC}}}$	— Média do desvio-padrão da eficiência do conversor 48V/12V CC/CC [%]
$s_{\eta_{MG}}$	— Desvio-padrão da eficiência do motor-gerador de 48V [%]
$\overline{s_{\eta_{MG}}}$	— Média do desvio-padrão da eficiência do motor-gerador de 48V [%]
$s_{\eta_{TOT}}$	— Desvio-padrão da eficiência total [%]
$s_{C_{CO_2}}$	— Desvio-padrão da redução total das emissões de CO ₂ [g CO ₂ /km]
U	— Tensão de ensaio a que a medição é efetuada [V]
v	— Velocidade média de condução no novo ciclo de condução europeu (NEDC) [km/h]
V_{Pe}	— Consumo de energia efetiva [l/kWh], como definido no quadro 2;

Símbolos em caracteres gregos

Δ	— Diferença
η_B	— Eficiência do alternador de referência [%]

- η_{DCDC} — Eficiência do conversor 48V/12V CC/CC [%]
 $\overline{\eta_{\text{DC/DC}}}$ — Eficiência média do conversor 48V/12V CC/CC [%]
 η_{MG} — Eficiência do motor-gerador de 48V [%]
 $\overline{\eta_{\text{MG}_i}}$ — Eficiência média do motor-gerador de 48V no ponto de funcionamento i [%]
 η_{TOT} — Eficiência total [%]

Índices

O índice (i) refere-se ao ponto de funcionamento

O índice (j) refere-se à medição da amostra

- MG — Motor-gerador
 m — Mecânico
 RW — Condições reais
 TA — Condições de homologação (NEDC)
 B — Base de referência

3. MÉTODO 1 («MÉTODO SEPARADO»)

3.1. Eficiência do motor-gerador de 48V

A eficiência do motor-gerador de 48V é determinada de acordo com a norma ISO 8854:2012, com exceção dos elementos especificados no presente ponto.

Deve ser comprovado à entidade homologadora que as gamas de frequência de rotação do motor-gerador eficiente de 48V são consentâneas com as indicadas no quadro 1. As medições devem ser realizadas em diferentes pontos de funcionamento, como definido no Quadro. A intensidade de corrente do motor-gerador eficiente de 48V é definida como metade da corrente nominal em todos os pontos de funcionamento. Para cada frequência de rotação, a tensão e a corrente de saída do motor-gerador devem ser mantidas constantes, a uma tensão de 52V.

Quadro 1

Pontos de funcionamento

Ponto de funcionamento i	Duração [s]	Frequência de rotação n_i [min ⁻¹]	Frequência 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

A eficiência em cada ponto de funcionamento é calculada de acordo com a seguinte fórmula 1:

Fórmula 1

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

Todas as medições de eficiência são efetuadas pelo menos cinco (5) vezes consecutivamente, calculando-se a média das medições em cada ponto de funcionamento ($\overline{\eta_{\text{MG}_i}}$).

A eficiência da função de geração (η_{MG}) é calculada de acordo com a seguinte fórmula 2:

Fórmula 2

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

3.2. Eficiência do conversor 48V/12V CC/CC

A eficiência do conversor 48V/12V CC/CC deve ser determinada nas seguintes condições:

- Tensão de saída de 14,3V
- Corrente de saída da potência nominal do conversor 48V/12V CC/CC, dividida por 14,3V

A potência nominal do conversor 48V/12V CC/CC é a capacidade de débito contínuo na saída de 12V garantida pelo fabricante do conversor CC/CC nas condições especificadas na norma ISO 8854:2012.

A eficiência do conversor 48V/12V CC/CC deve ser medida pelo menos cinco vezes consecutivamente. A média de todas as medições ($\overline{\eta_{DC/DC}}$) deve ser calculada e utilizada nos cálculos previstos no ponto 3.3.

3.3. Eficiência total e poupança de energia mecânica

A eficiência total do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC deve ser calculada através da fórmula 3:

Fórmula 3

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

A função de geração do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC permite economizar energia mecânica em condições reais (ΔP_{mRW}) e nas condições de homologação NEDC (ΔP_{mTA}) conforme indicado na fórmula 4.

Fórmula 4

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

A poupança de potência mecânica em condições reais (ΔP_{mRW}) é calculada de acordo com a fórmula 5 e a poupança de potência mecânica nas condições de homologação (ΔP_{mTA}) de acordo com a fórmula 6.

Fórmula 5

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

Fórmula 6

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

em que:

P_{RW} : requisito de potência [W] em condições reais, estimado em 750W

P_{TA} : requisito de potência [W] nas condições de homologação NEDC, estimado em 350W

η_B : eficiência [%] do alternador de referência, 67 %

3.4. Cálculo da redução das emissões de CO₂

A redução das emissões de CO₂ do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC é calculada através da fórmula 7:

Fórmula 7

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

em que:

v: velocidade média de condução [km/h] no NEDC, 33,58 km/h

V_{pe}: consumo de potência efetiva especificado no quadro 2:

Quadro 2

Consumo de energia efetiva

Tipo de motor	Consumo de energia efetiva (V _{pe}) [l/kWh]
Gasolina	0,264
Gasolina com turbo compressão	0,280
Gasóleo	0,220

CF: Fator de conversão de l/100 km em g CO₂/km [(gCO₂)/l], como definido no quadro 3

Quadro 3

Fator de conversão do combustível

Tipo de combustível	Fator de conversão de l/100 km em g CO ₂ /km (CF) [(gCO ₂)/l]
Gasolina	2 330
Gasóleo	2 640

3.5. Cálculo da margem de erro estatístico

É necessário quantificar a margem estatística da metodologia de ensaio decorrente das medições. O desvio-padrão em cada ponto de funcionamento é calculado de acordo com a seguinte fórmula 8:

Fórmula 8

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

O desvio-padrão do valor da eficiência do motor-gerador eficiente de 48V (s_{η_{MG}}) é calculado de acordo com a seguinte fórmula 9:

Fórmula 9

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

O desvio-padrão do valor da eficiência do conversor eficiente 48V/12V CC/CC ($s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$) é calculado de acordo com a seguinte fórmula 10:

Fórmula 10

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

O desvio-padrão da eficiência do motor-gerador ($s_{\eta_{MG}}$) e do conversor 48V/12V CC/CC ($s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$) gera incerteza quanto à redução das emissões de CO₂ (s_{CO_2}). Esta incerteza é calculada de acordo com a fórmula 11:

Fórmula 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. MÉTODO 2 («MÉTODO COMBINADO»)

4.1. Eficiência do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC

A eficiência do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC é determinada de acordo com a norma ISO 8854:2012, com exceção dos elementos especificados no presente ponto.

Deve ser comprovado à entidade homologadora que as gamas de velocidades do motor-gerador eficiente de 48V são consentâneas com as indicadas no quadro 1.

As medições devem ser realizadas em diferentes pontos de funcionamento, como definido no quadro 1. A intensidade da corrente do motor-gerador eficiente de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC é definida como metade da corrente nominal do conversor 48V/12V CC/CC em todos os pontos de funcionamento.

A corrente nominal do conversor 48V/12V CC/CC é definida como a potência nominal de saída do conversor 48V/12V CC/CC dividida por 14,3V. A potência nominal do conversor 48V/12V CC/CC é a capacidade de débito contínuo na saída de 12V garantida pelo fabricante do conversor CC/CC nas condições especificadas na norma ISO 8854:2012.

Para cada velocidade, a tensão e a corrente de saída do motor-gerador devem ser mantidas constantes, a uma tensão de 52V.

A eficiência em cada ponto de funcionamento é calculada de acordo com a seguinte fórmula 12:

Fórmula 12

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

Todas as medições de eficiência são efetuadas pelo menos cinco (5) vezes consecutivamente, calculando-se a média das medições em cada ponto de funcionamento ($\overline{\eta_{TOT_i}}$).

A eficiência da função de geração (η_{TOT}) é calculada de acordo com a fórmula 13:

Fórmula 13

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

As condições de medição devem permitir a medição separada da eficiência de geração do motor-gerador de 48V.

4.2. Demonstração de que o cálculo da eficiência do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC é conservador

A fim de utilizar o procedimento especificado no ponto 4.1 para determinar η_{TOT} , é necessário demonstrar que a eficiência do motor-gerador de 48V, obtida isoladamente nas condições especificadas no ponto 4.1, é inferior à eficiência obtida com as condições especificadas no ponto 3.1.

4.3. Poupança de potência mecânica

A função de geração do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC permite economizar energia mecânica em condições reais (ΔP_{mRW}) e nas condições de homologação (ΔP_{mTA}), conforme indicado na fórmula 14.

Fórmula 14

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

A poupança de potência mecânica em condições reais (ΔP_{mRW}) é calculada de acordo com a fórmula 15 e a poupança de potência mecânica nas condições de homologação (ΔP_{mTA}) de acordo com a fórmula 16:

Fórmula 15

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

Fórmula 16

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

em que:

P_{RW} : requisito de potência [W] em condições reais, estimado em 750W

P_{TA} : requisito de potência [W] nas condições de homologação NEDC, estimado em 350W

η_B : eficiência [%] do alternador de referência, 67 %

4.4. Cálculo da redução das emissões de CO₂

A redução das emissões de CO₂ do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC é calculada através da fórmula 17:

Fórmula 17

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

em que:

v : velocidade média de condução [km/h] no NEDC, 33,58 km/h

V_{Pe} : consumo de potência efetiva especificado no quadro 2

CF : Fator de conversão de l/100 km em g CO₂/km [(gCO₂)/l], como definido no quadro 3

4.5. Cálculo da margem de erro estatístico

É necessário quantificar a margem estatística da metodologia de ensaio decorrente das medições. O desvio-padrão em cada ponto de funcionamento é calculado de acordo com a seguinte fórmula 18:

Fórmula 18

$$s_{\overline{\eta_{TOTi}}} = \frac{s_{\eta_{TOTi}}}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\eta_{TOTi_j} - \overline{\eta_{TOTi}})^2}{m(m-1)}}$$

O desvio-padrão do valor da eficiência do motor-gerador eficiente de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC ($s_{\eta_{TOT}}$) é calculado de acordo com a seguinte fórmula 19:

Fórmula 19

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

O desvio-padrão da eficiência do motor-gerador em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC gera incerteza quanto à redução das emissões de CO₂ ($s_{c_{CO_2}}$). Esta incerteza é calculada de acordo com a fórmula 20:

Fórmula 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. ARREDONDAMENTOS

O valor calculado da redução das emissões de CO₂ (C_{CO_2}) e a margem estatística dessa redução ($s_{c_{CO_2}}$) deve ser arredondado com um máximo de duas casas decimais.

Cada valor utilizado no cálculo da redução das emissões de CO₂ pode ser aplicado sem ser arredondado ou deve ser arredondado até ao número mínimo de casas decimais que permita que o impacto total máximo (isto é, o impacto combinado de todos os valores arredondados) sobre o valor dessa redução seja inferior a 0,25 gCO₂/km.

6. SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA (para ambos os métodos)

É necessário demonstrar, para cada tipo, modelo e versão de um veículo equipado com o motor-gerador eficiente de 48V, que a incerteza que afeta a redução das emissões de CO₂, calculada de acordo com a fórmula 7 ou com a fórmula 17, não excede a diferença entre a redução total das emissões de CO₂ e o limiar de redução mínima especificado no artigo 9.º, n.º 1, do Regulamento de Execução (UE) n.º 725/2011 e no Regulamento de Execução (UE) n.º 427/2014 da Comissão ⁽¹⁾ (ver a fórmula 21).

Fórmula 21

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

em que:

MT: limiar de redução mínima [g CO₂/km]

C_{CO_2} : redução total das emissões de CO₂ [g CO₂/km]

$s_{c_{CO_2}}$: desvio-padrão da redução total das emissões de CO₂ [g CO₂/km]

ΔCO_{2m} : coeficiente de correção das emissões de CO₂ devido à diferença positiva de massa entre o motor-gerador eficiente de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC e o alternador de referência. Para ΔCO_{2m} utilizam-se os dados constantes do quadro 4.

Quadro 4

Coeficiente de correção das emissões de CO₂ devido à massa adicional

Tipo de combustível	Coeficiente de correção das emissões de CO ₂ devido à diferença positiva de massa (ΔCO_{2m}) [g CO ₂ /km]
Gasolina	$0,0277 \cdot \Delta m$
Gasóleo	$0,0383 \cdot \Delta m$

⁽¹⁾ Regulamento de Execução (UE) n.º 427/2014 da Comissão, de 25 de abril de 2014, que estabelece o procedimento de aprovação e certificação de tecnologias inovadoras para redução das emissões de CO₂ dos veículos comerciais ligeiros de acordo com o Regulamento (UE) n.º 510/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 125 de 26.4.2014, p. 57).

Δm (no quadro 4) é a massa adicional devida à instalação do motor-gerador de 48V e do conversor 48V/12V CC/CC. Corresponde à diferença positiva entre a massa do motor-gerador de 48V em conjunto com o conversor 48V/12V CC/CC e a massa do alternador de referência. A massa do alternador de referência é de 7 kg. A massa adicional deve ser verificada e confirmada no relatório de verificação a apresentar à entidade homologadora juntamente com o pedido de certificação.
