

EVO
AUTOMOTIVA

Veículos Elétricos e Híbridos Fase I

Curso



BOSCH

Edição
Robert Bosch Ltda.
Automotive Service Solutions
Centro de Treinamento Automotivo
Campinas-SP

Criação
Equipe Técnica
Centro de Treinamento Automotivo
Campinas-SP

Todos os direitos reservados.
Não havendo maiores informações, trata-se de
colaboradores da Robert Bosch Ltda., Campinas-SP

Reprodução, cópia e tradução, mesmo que de partes,
somente mediante autorização prévia por escrito e
indicação de fonte.
Ilustrações, descrições, esquemas e outros dados servem
somente para esclarecimentos e representação dos textos.
Não podem ser usados como base para projetos
(construção), instalação e volume de fornecimento. Não
assumimos qualquer responsabilidade pela conformidade
do conteúdo com as respectivas disposições legais.
Sujeito a modificações.

Robert Bosch Ltda.
Centro de Treinamento Automotivo
Rodovia Anhanguera Km 98 – Campinas-SP
E-mail: treinamento.automotivo@br.bosch.com



BOSCH
Tecnologia para a vida

Este material oferece informações para propósitos educacionais, o mesmo não deve ser utilizado para intervenções preventivas ou corretivas em veículos. Operações de manutenção em sistemas veiculares devem ser realizadas seguindo as instruções técnicas do fabricante do veículo.



Identificação

Nome: _____

Período: de _____ a _____

Local: _____

Cidade/UF: _____

Nome do Instrutor: _____



O objetivo deste conteúdo técnico é apresentar a tecnologia embarcada dos sistemas de eletrificação veicular, considerando de forma indispensável as normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho. Além disso, atualizar o participante sobre as tecnologias de desenvolvimentos de componente e sistemas de veículo elétricos e híbridos.



A proposta de desenvolvimento do seminário combina elementos teóricos conceituais, métodos e modos de intervenção eletrônica, além de normas técnicas, equipamentos de segurança e qualificação profissional necessária. Carga horária corresponde à 8 horas.



As informações contidas neste material são de uso exclusivo no treinamento.

Para manutenção e reparo de veículos, utilize o material técnico de referência do fabricante.

Todo teste realizado e referências de diagnósticos são descritas dentro do Nível 1 (fase 1).



Desenvolvimento e instruções técnicas de acordo com as normas brasileiras:

- Normas brasileiras NBR14039, NBR5410, NR6 e NR26.
- Segurança em instalações e serviços em eletricidade NR10.

Normas de apoio internacionais:

- ISO 6469-3 – ELECTRICALLY PROPULLED ROAD VEHICLES – SAFETY SPECIFICATIONS; (Voltage class B: 30 V up to 1000 VAC, and 60 V up to 1500 VDC);
- **Instruções elétricas em sistemas de alta tensão automotiva intrinsecamente seguras**
- Qualificação verificável e identificação de acordo DGUV209-093
- Trabalho em área com “presença de alta tensão VDE 0105-100 e regulamentação DGUV 103-011



Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Nível de especialização do trabalho

O nível de trabalho e especialização requer aplicação de normas para trabalho em circuito energizados.

Para cada nível de serviço novas técnicas e equipamentos são utilizados, além da especificação e utilização de EPI's .

O nível de preparo da área e, necessidade de recursos são maiores de acordo com o nível empregado.

Para cada tipo de atividade executada é esperado a equivalência do nível de experiência, conhecimento e prática do profissional.

O Nível 1 é relacionado a atividades que não envolvem trabalho em circuitos e componentes de alta tensão, sendo assim, não há a necessidade de um profissional com qualificação e experiência específica em alta tensão automotivo.

Figura 1 – Níveis de trabalho e especialização

Level 3	Exemplo:
<ul style="list-style-type: none">Especialista / Responsável.Trabalho em circuito energizado.Análise do sistema energizado.	<ul style="list-style-type: none">Troca de componentes energizados.Manuseando baterias.Análise de motores em carga.Balanceamento de carga.
Level 2	Exemplo:
<ul style="list-style-type: none">Técnico.Circuito desenergizado.Condição livre de tensão.	<ul style="list-style-type: none">Desconexão.Segurança contra o religamento.Livre de potencial elétrico.Troca de componentes elétricos HV (e.x. DC/DC conversor, ar condicionado)
Level 1	Exemplo:
<ul style="list-style-type: none">Trabalho técnico não elétrico.	<ul style="list-style-type: none">Cuidados com o veículo.Suspensão.Troca de óleo.Troca de pneus.

Fonte: Robert Bosch



Para a realização de testes, diagnósticos e manutenção em nível 2 e, nível 3 é necessário que as normas de segurança e saúde ocupacional sejam estabelecidas e executadas.

Todos os trabalhos devem ser realizados seguindo procedimentos técnicos, além da correta aplicação de normas vigentes no Brasil, como as NR's.

O nível de tensão da linha automotiva para veículos elétricos e híbridos estão na classificação de alta tensão “B” à partir de 60 V até 1500 V DC (corrente contínua) e 30 V até 1000 V AC (corrente alternada), isso de acordo com a norma internacional **ISO 6469-3**.

Para realização a partir do nível 1 de trabalho em veículos elétricos é necessário estabelecer alguns requisitos e condições mínimas de trabalho, através da implementação de medidas de controle e, de formas de prevenção, a fim de garantir a segurança da pessoas envolvidas ou que interajam com sistemas e instalações elétricas (eletricidade).

Desta forma a **NR 10** secção 10.1.1 - “Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.”

Outras normas também podem ser utilizadas, visando o objetivo do trabalho técnico adequado e com segurança.

- NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE;
- ISO 6469-3 – ELECTRICALLY PROPRIETED ROAD VEHICLES – SAFETY SPECIFICATIONS;
- SAE J2344 - GUIDELINES FOR ELECTRIC VEHICLE SAFETY;
- NR 26 - SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA;
- NR 06 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI.

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Proteção individual e coletiva

Quanto ao uso de equipamentos de proteção pessoal (**NR6**) deve ser assegurado a correta utilização/aplicação e, além do controle de recertificação (Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão de âmbito nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho) ou troca dos EPI 's.

Os equipamentos são aplicados de acordo com a especificação técnica, tipo de atividade após a análise de um técnico ou órgão habilitado.

A definição do EPI adequado ao risco é determinada pelo SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho) da empresa. Se não houver o SESMT, a orientação é feita pela CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) da empresa e inexistindo a obrigação da constituição da CIPA para a empresa, os EPI 's são definidos por um profissional tecnicamente habilitado.

Figura 2 – Exemplo de alguns EPI's



Fonte: Robert Bosch

As normas regulamentadoras também devem ser seguidas, quanto ao uso da proteção coletiva (sinalização e delimitação de área), aplicando a **NR 26**.

Em caso de impossibilidade de segurança devido a delimitação de área, deve ser aplicado a proteção por obstrução de área.

Figura 3 – Exemplo sinalização e isolamento



Fonte: Robert Bosch

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Equipamentos de diagnóstico e ferramental

No diagnóstico deve ser observado a existência de uma unidade eletrônica para o sistema de motor de combustão e outra unidade para o sistema de alta tensão elétrica de propulsão, além de outras unidades de bateria e fonte plug-in. Sendo assim, o diagnóstico no sistema de alta tensão apresenta valores e leituras de parâmetros e, além dos códigos de falhas.

O principal o nível de diagnóstico eletrônico (utilizando scanner), não há necessidade de intervenção no circuito energizado, nesta etapa todo o diagnóstico é realizado eletronicamente e por software.

Em outra etapa do diagnóstico é necessário realizar equipamentos que são preparados para trabalho em partes de alta tensão com circuito, todos estes são realizados com sistemas de alta tensão **desenergizado**, conforme a norma regulamentadora orienta. Este é chamado de **nível 2** e requer outras orientações, capacitação técnica e autorização.

Figura 4 - Equipamentos de testes Megômetro



Fonte: Robert Bosch

Em outras níveis de trabalho, como o **nível 3** são executadas atividades que requerem todos os pontos anteriormente descritos, além de novas orientações, capacitação técnica superior e autorização restrita.

Para cada nível de atividade novos equipamentos e ferramentais são acrescentados.

Figura 5 – Ferramentas e manta isolada



Fonte: Robert Bosch

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Estrutura geral do sistema elétrico de alta tensão

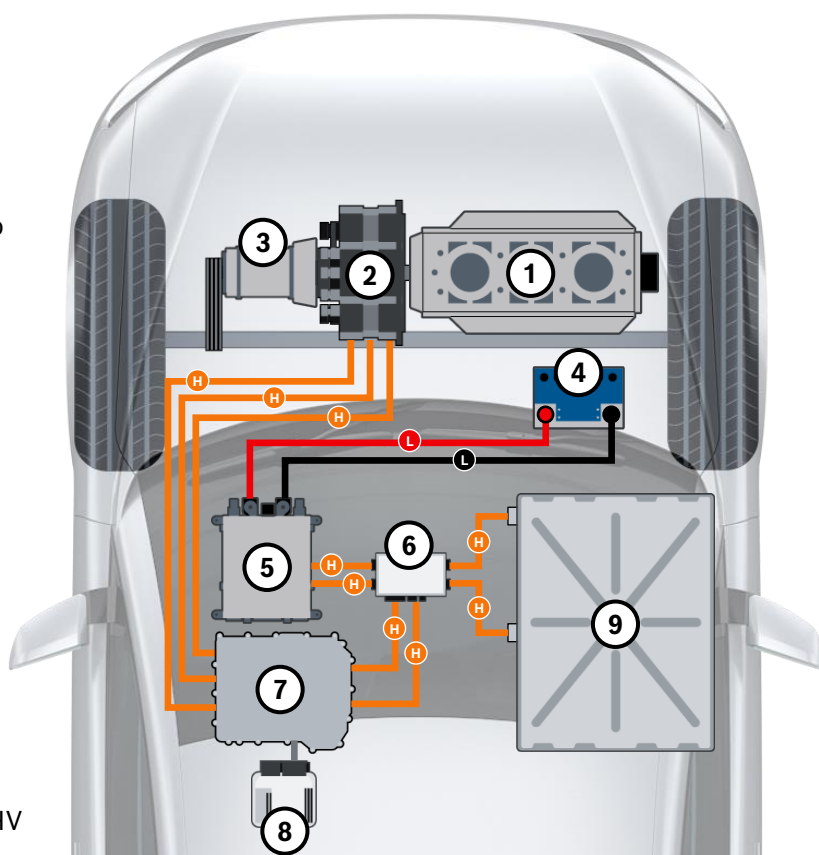
O sistema elétrico básico de alta tensão é composto por um acumulador de bateria de alta tensão DC (corrente contínua). O tipo de composição química da bateria HV define basicamente a densidade de potência e energia disponível, como resultado valores de tensão são diferentes.

A unidade de controle de potência é responsável pela conversão da corrente contínua em corrente alternada (inversor de frequência), esse módulo disponibiliza a energia necessária para acionamento da máquina elétrica e em alguns casos possui um conversor DC/DC integrado.

Figura 6 – Linhas de alimentação do sistema elétrico híbrido

- 1 Motor de combustão
 - 2 Motor/Generator elétrico
 - 3 Transmissão
 - 4 12V Bateria
 - 5 DC/DC Conversor
 - 6 **Controle híbrido
 - 7 Inversor
 - 8 Unidade de controle
 - 9 Bateria de alta tensão
- H Alta tensão
L Baixa tensão

** Uma unidade distribuidora HV



Fonte: Robert Bosch

O conjunto híbrido possui um motor de combustão interna que dependendo da aplicação pode ser utilizado como meio para recarga da bateria de alta tensão e/ou propulsão mecânica, em conjunto com a tração elétrica.

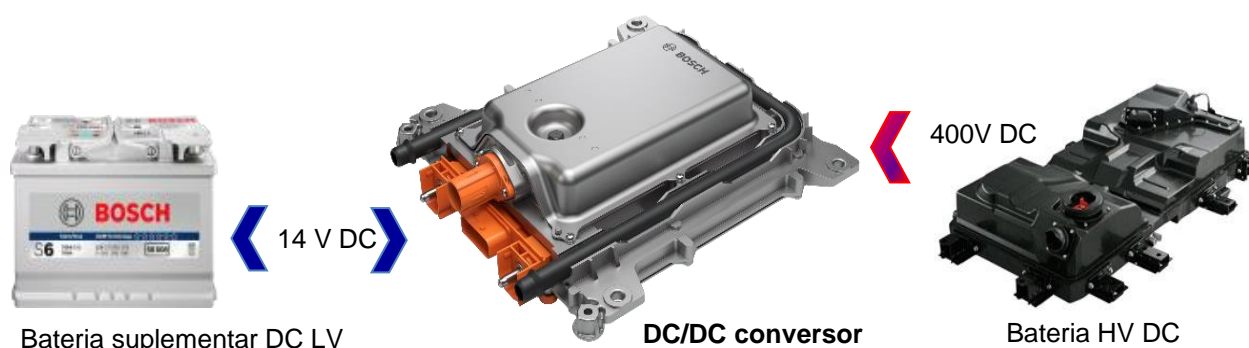
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Recarga da bateria auxiliar de baixa tensão

O conversor DC/DC pode ser integrado ao carregador de fonte externa, ao módulo(s) de potência ou ser uma unidade física separada, que extrai a energia da fonte de alimentação da bateria de alta tensão e a converte para 14V DC (bateria suplementar de baixa tensão). O processo de carga ocorre com o veículo em funcionamento ou em processo de carga por fonte externa e, este processo de carga é realizado em 5 (cinco) etapas, conforme descrito abaixo:

1. Filtro: A tensão DC da bateria HV é suavizada para reduzir as interferências e realizar a transformação da tensão DC em AC.
2. Conversão DC/AC: A tensão DC da bateria HV é convertida em tensão AC para que possa ser reduzida novamente.
3. Transformador – Booster negativo: A tensão AC é transformada em uma tensão AC com valor limite de tensão mais baixo.
4. Retificador: A tensão alternada reduzida é convertida em uma tensão retificada de meia onda.
5. Amortecimento: Após a retificação a tensão é suavizada em uma tensão de aproximadamente 14,4 V DC.

Figura 7 – Linhas de alimentação do sistema elétrico 12V



Fonte: Robert Bosch

O módulo conversor pode ter a opção reversa, que é a capacidade de realizar a transferência de carga no sentido contrário. A energia da bateria de baixa tensão para a bateria de alta tensão (após procedimento técnico).

Alguns modelos da BMW (ex.: F04 750Li Hybrid) permitem esse modelo de carga reverso para bateria HV de baixa densidade e até um nível mínimo de carga.

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

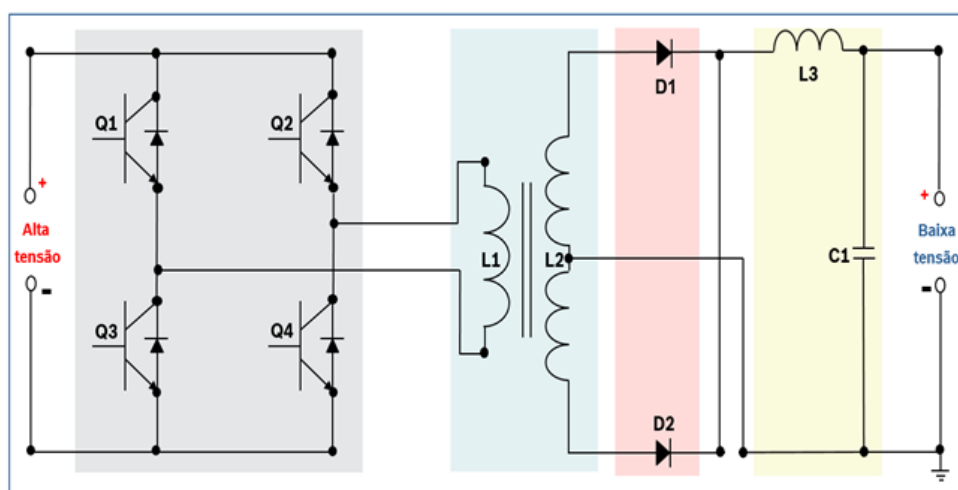
Circuito para conversor DC/DC com derivação central

O conversor DC/DC com derivação central permite que a tensão final entre os terminais seja a metade da tensão total no indutor (enrolamento).

Para que todo esse processo de conversão ocorra, é necessário primeiramente que a tensão da bateria HV seja suavizada, depois ser alternada com a aplicação do circuito com transistores de potência [Q1, Q2, Q3, Q4]. Através da relação de bobina reduzida no secundário [L2] em relação primário [L1] é possível reduzir a tensão e retificar através dos diodos [D1, D2] e amortecer os picos através da redução de ondulação da tensão com a aplicação do capacitor e indutor [L3, C1], para rebaixo da tensão de trabalho.

O controlador do inversor monitora constantemente o modo de carga e a carga da bateria de baixa tensão [4] e as correções são adaptadas ao sistema.

Figura 8 – Conversor DC-DC com derivação central



Q1,Q2,Q3,Q4 – Transistores de potência.

D1, D2 – Diodos retificadores.

L1,L2,L3 – Indutores.

C1 – Capacitor.

PWM Circuito de controle.

Transformador.

Retificador de onda completa.

Amortecimento Ripple.

Fonte: Robert Bosch

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Circuito para conversor DC/DC com derivação central

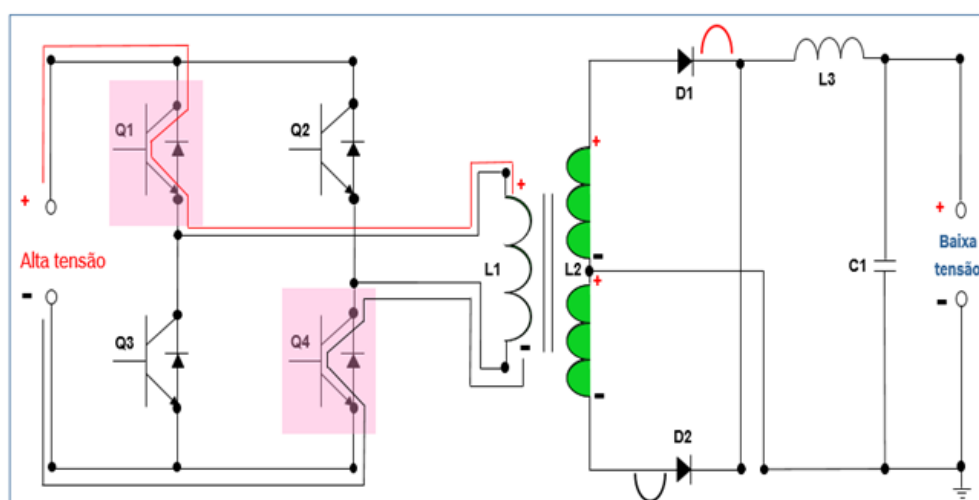
O transistor Q1 é ativado em relação ao positivo da bateria de alta tensão e o transistor Q4 comuta em relação ao negativo, isso resulta na aplicação de um potencial elétrico no indutor L1.

A diferença de potencial na espira (L1) proporciona a condução de corrente elétrica através do indutor, formando então um campo magnético (eletromagnetismo).

Quando Q1 e Q4 são desligados, o campo magnético entra em colapso, induzindo uma tensão no indutor L2.

A tensão induzida é dividida devido ao uso de um ponto central aterrado (diminuição da tensão de trabalho) no indutor secundário (L2). O diodo D1 permite que a corrente flua à medida que é polarizado no mesmo sentido, porém o diodo D2 não permite fluxo de corrente, pois está polarizado inversamente (barrado).

Figura 9 – Conversor DC-DC 1º estágio



Q1,Q2,Q3,Q4 – Transistores de potência.

D1, D2 – Diodos retificadores.

L1,L2,L3 – Indutores.

C1 – Capacitor.

Fonte: Robert Bosch

A tensão reversa gerada no circuito primário é absorvida e limitada através dos diodos, conforme a figura nos transistores Q1, Q2, Q3 e Q4.

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Circuito para conversor DC/DC com derivação central

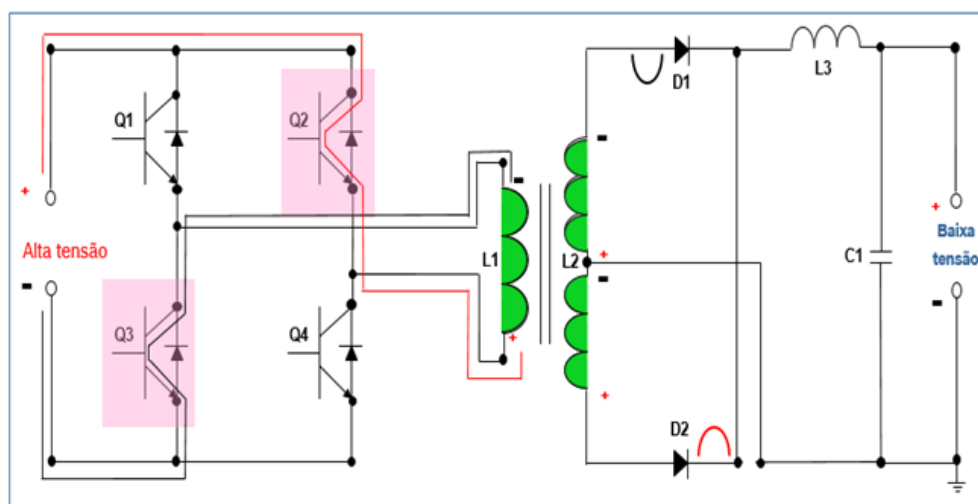
O transistor Q2 é ativado em relação ao positivo da bateria de alta tensão e o transistor Q3 comuta em relação ao negativo, isso resulta na aplicação de um potencial elétrico no indutor L1, invertido em relação ao anterior.

A diferença de potencial na espira (L1) proporciona a condução de corrente elétrica através do indutor, formando então um campo magnético (eletromagnetismo).

Quando Q2 e Q3 são desligados, o campo magnético entra em colapso, induzindo uma tensão no indutor L2.

A tensão induzida é dividida devido ao uso de um ponto central aterrado (diminuição da tensão de trabalho) no indutor secundário (L2). O diodo D2 permite que a corrente flua à medida que é polarizado no mesmo sentido, porém o diodo D1 não permite fluxo de corrente, pois está polarizado inversamente (barrado).

Figura 10 – Conversor DC-DC 2º estágio



Q1,Q2,Q3,Q4 – Transistores de potência.

D1, D2 – Diodos retificadores.

L1,L2,L3 – Indutores.

C1 – Capacitor.

Fonte: Robert Bosch

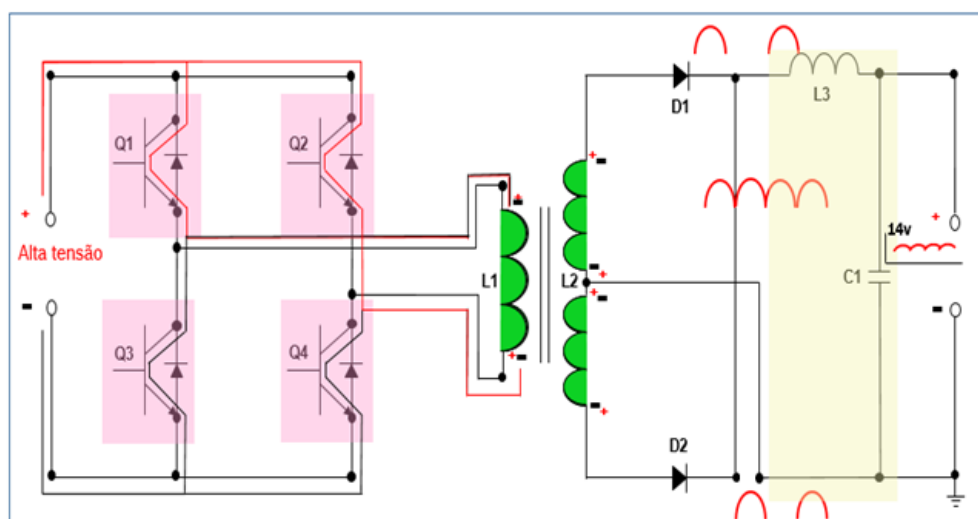
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Circuito para conversor DC/DC com derivação central

Os transistores Q1, Q2, Q3 e Q4 são ativados de forma intermitente, criando um campo magnético completamente variável no indutor L1. Em momentos o indutor L1 é polarizado em campo N/S em outro momento S/N, dessa forma uma corrente elétrica e tensão são induzidas do indutor L2. A tensão após o indutor L2 precisa ser retificada para corrente contínua através dos diodos D1 e D2.

A saída DC após os diodos (D1 e D2), não é adequada para aplicar diretamente aos consumidores, então o indutor L3 e o capacitor C1 trabalham em conjunto para suavizar essa tensão para ser entregue a fonte centralizada de extra baixa tensão.

Figura 11 – Conversor DC-DC 3º estágio



Q1,Q2,Q3,Q4 – Transistores de potência.

D1, D2 – Diodos retificadores.

L1,L2,L3 – Indutores.

C1 – Capacitor.

Transformador.

PWM Circuito de controle.

Amortecimento Ripple.

Fonte: Robert Bosch

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

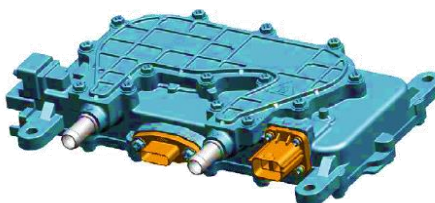
Exemplos de conversores

O conversor DC/DC pode ser encontrado no veículo como uma unidade física separada (unidade) e em alguns casos pode ser um subfunção agregada dentro de outras unidades como inversores e distribuidores de alta tensão.

Em ambas possibilidades o módulos precisará de uma linha de refrigeração, por líquido de arrefecimento e em grande maioria anti-congelante.

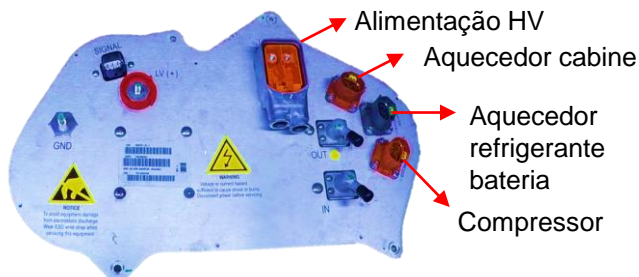
E- Golf

- I máx.out : 114 A
- Potência: 1,6 KW
- U in: 260...420 VDC
- U out: 12....14 V



Tesla – Model S

- U in: 350...430 VDC.
- I máx in.: 15 A.
- Potência: 2,5 KW.
- U out: 9....16 V.
- I máx out: 178 A.



Bosch

- Design multi fase (1,2 kW + 1,8 kW).
- Potência (operação normal): 1,8 até 3,6 KW
- Potência (operação reversa): 1,5 KW
- U in: 250...475 VDC
- U out: 10,5 ... 15,5 V
- I máx méd: 192 A (2,7KW)



JAC E-JT 18.0





Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Classificação e funções do sistema elétrico híbrido

Um veículo híbrido pode ser um veículo apenas com sistema start/stop ou com um motor elétrico de propulsão adicional ou principal. Todos eles tem a mesma função/objetivo, diminuir o consumo e respectivas emissões de poluentes por quilômetro rodado. Assim sendo, existem três níveis de veículos híbridos: **Micro-hybrid**, **Mild-hybrid** e **Strong-hybrid**.

Tabela 1 – Categorias de veículos elétricos híbridos

Funções	Micro-Híbrido	Médio- Híbrido	Forte-Híbrido
Start/Stop	x	x	x
Frenagem regenerativa		x	x
Torque assistido		x	x
E-drive			x

Fonte: Robert Bosch

No veículo de classificação **Micro-híbrido** possui o controle de desligamento e partida do motor de combustão (Start/Stop) e a recuperação de energia (**14V DC**) pode existir em desacelerações do motor, através de um alternador *smart*. Geralmente a potência do motor elétrico está entre 1 – 2 KW.

O conjunto aplicado no **Médio-híbrido** possui partida e gerador de energia de 5 – 20 KW. Geralmente o conjunto do motor é montado na transmissão ou externamente (volante ou árvore de manivelas) e possui a função de torque assistido além da frenagem regenerativa (**à partir de 42V DC**).

O sistema estruturado na categoria **Forte-híbrido** possui um conjunto de tração elétrica quer permite a propulsão puramente elétrica, com máquinas elétricas acima de 25 KW. Neste caso, o sistema possui alto rendimento durante a frenagem regenerativa e trabalha com tensão por volta de **250 V DC**.





Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

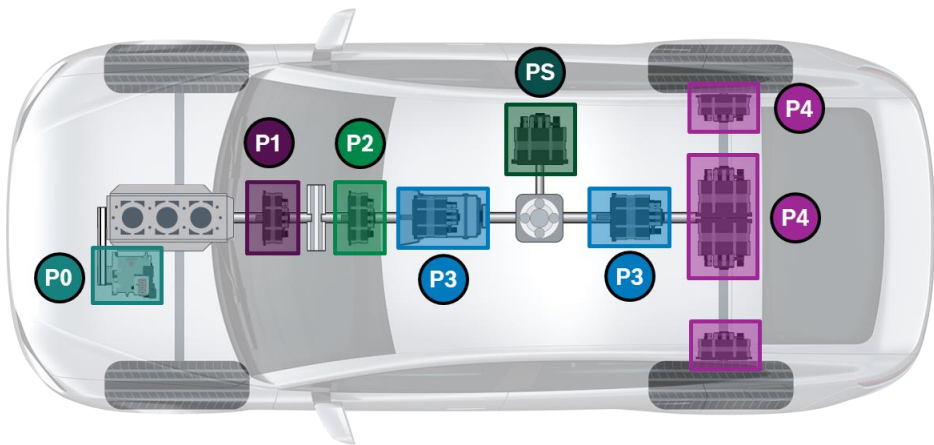
Posição de montagem das máquinas elétricas

A máquina elétrica pode ser montada em diversas posições do veículo, sendo possível que dê a partida em motor de combustão interna e propulsão para as rodas, ou que seja aplicado dois motores elétricos um para função de partida e outro propulsão e, até mesmo apenas um motor elétrico apenas para propulsão. Em ambas as estrutura a topologia configura a de um veículo elétrico híbrido.

A palavra "híbrido" vem do latim com origem grega e significa "Misto", "de duas origens" ou "composto", ou seja, dois conversores de energia diferentes e dois sistemas de armazenamento de energia diferentes.

O motor elétrico que trabalha em conjunto com o motor de combustão interna (ICE), pode ser instalado em diferentes pontos. Tal formatação determinará quais as funções do motor elétrico para o veículo.

Figura 12 – Posições de montagem de motores elétricos



Fonte: Robert Bosch

Função	P0	P1	P2	P3	P4
Recuperação (motor ICE acoplado)	●	●	●	●	●
Recuperação (motor Desacoplado)	○	○	●	●	●
Condução elétrica	○	○	●	●	●
Boost (auxílio)	●	●	●	●	●
Cruising (Motor desacoplado)	●	●	●	●	●
Cruising (Ativo)	○	○	●	●	●



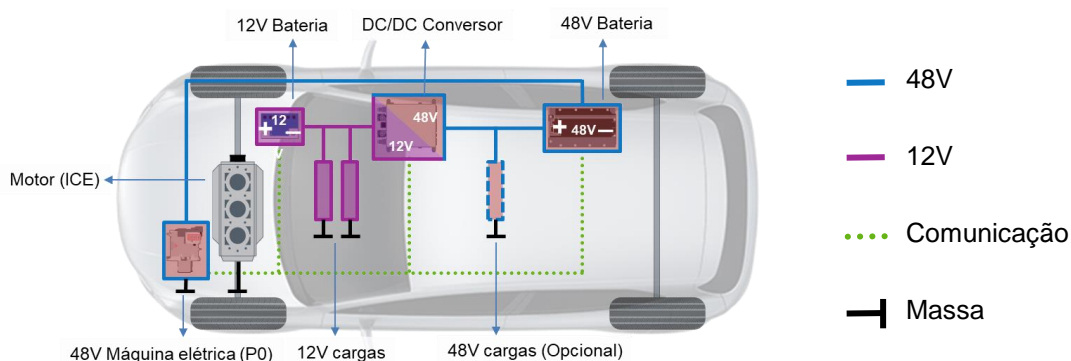
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema médio híbrido 48 V

O sistema MHEV é equipado com um gerador de partida por correia de 48V que, como um motor elétrico, suporta o motor de combustão em aceleração.

Durante a desaceleração, o gerador converte a energia cinética que de outra forma seria perdida e carrega a bateria de íons de lítio de 48V. Além disso o sistema híbrido médio é capaz de desligar o motor quando o motorista tira o pé do acelerador e volta à funcionar quando o acelerador é acionado novamente.

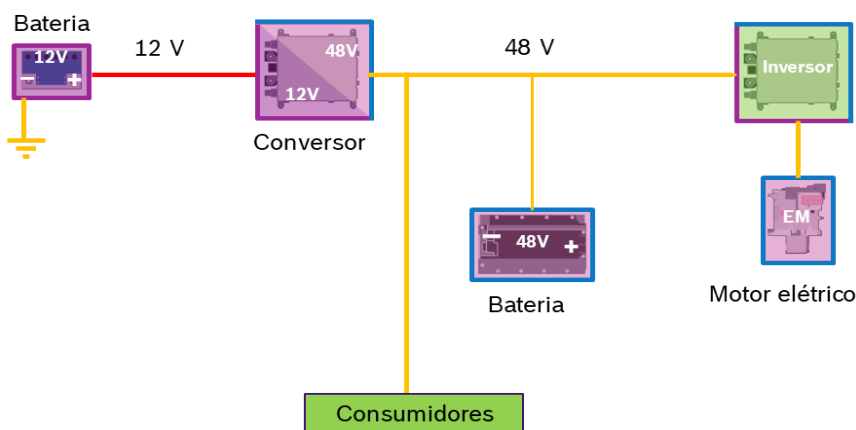
Figura 13 – Estrutura do sistema 48 V



Fonte: Robert Bosch

A arquitetura base é composta por 2 sistemas: O primeiro composto por uma linha de 12V, sendo alimentado por meio de um conversor DC/DC. O segundo é um sistema de 48V para dispositivos de demanda o como motor/gerador, além de uma unidade de armazenamento (bateria) de 48V. Existe uma forte tendência de produção de todos os consumidores elétricos de alta potência com 48V, como por exemplo aquecedores e motores elétricos.

Figura 14 – Arquitetura do sistema 48 V



Fonte: Robert Bosch



Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Acumuladores de energia de Lítio 48V

Junto com a máquina elétrica e o conversor de 48 V DC/DC, a bateria de 48 V é o componente central do sistema.

Nesta aplicação a bateria possui 12 células de íons de lítio conectadas em série, sendo assim a capacidade de aproximadamente de 8Ah (1C rate).

A bateria de 48V do exemplo abaixo, possui um tipo de resfriamento passivo, ou seja, nenhum tipo de método de controle térmico é utilizado, exceto a própria troca de calor por condução, igual a baterias convencionais.

A utilização desse sistema a bateria de 48 V a bateria pode fornecer 0,384 kWh, de certa forma isso ajuda a reduzir o consumo de combustível e as emissões de CO₂, pois armazena a energia de frenagem adquirida e a transfere diretamente para o acionamento elétrico quando solicitado.

Nas fases de desaceleração, a energia é recuperada através da máquina elétrica e armazenada na bateria. Isso pode ser usado para processos de reforço e para estabilizar o sistema elétrico do veículo.

Figura 15 – Bloco de bateria 48V - Bosch



- Temperatura operacional: -35°C até 68,8°C;
- Descarga: 11KW (até 10s e 50 de SOC);
- Potência carga: 13KW (10s e 50% SOC);
- Tensão: 44V nominal, 37 min., 51V máx.);
- Peso: até 6,8 Kg;

Fonte: Robert Bosch

Anotações: _____



Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

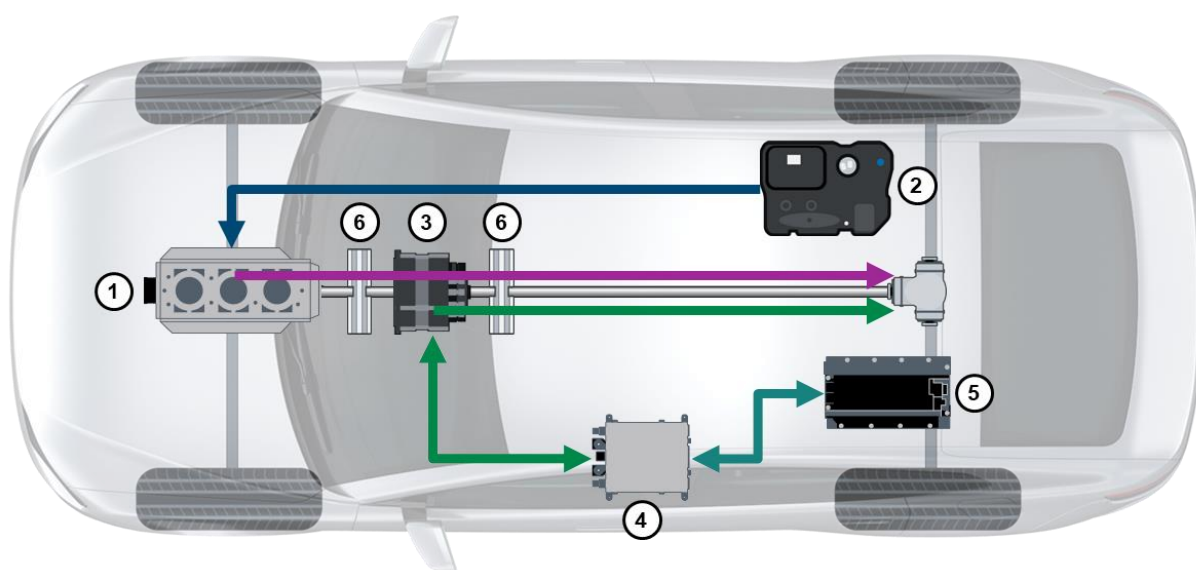
Sistema elétrico híbrido em paralelo

Em topologias de sistemas híbridos em paralelo há apenas um motor elétrico, isto é, pode ser operado como gerador e propulsor e, é conectado mecanicamente ao virabrequim do motor. Esse arranjo resulta em uma adição de torque ao torque do motor de combustão.

Esse tipo de estrutura é aplicada em veículos cuja a proposta é seu desempenho, o que resulta em motores de maior cilindrada e potência.

A aplicação de um único motor elétrico de propulsão ao conjunto favorece ao aumento de torque em momentos de arrancada (saída), atuando como reforço (*boost*) e também em alguns casos prover o movimento puramente elétrico.

Figura 16 – Topologia híbrida em paralelo



- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Motor (ICE) | 4. Inversor |
| 2. Tanque de combustível | 5. Bateria de alta tensão |
| 3. Máquina elétrica | 6. Acoplamentos |

Fonte: Robert Bosch

Veja a seguir alguns exemplos de veículos com a estrutura de fluxo de energia de híbrido em paralelo, na categoria forte híbrido e médio híbrido.

BMW

- Série 3 (330e) - Médio híbrido;
- Série 5 (530e) – Forte híbrido;
- X3 xDrive30e – Forte híbrido;
- X5 xDrive45e – Forte híbrido.

Mercedes Benz - Médio Híbrido

- Todos GLC 300 SUV e Coupé, todos GLE SUV, AMG GLS 63, E –Class e C – Class.

Mercedes Benz - Forte Híbrido

- A 250, B250, C300, E-Class, S-Class, CLA 250, New C-Class Estate C300, New E-Class Estate, GLC 300, GLA SUV e GLE 350 SUV .

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema elétrico híbrido em paralelo

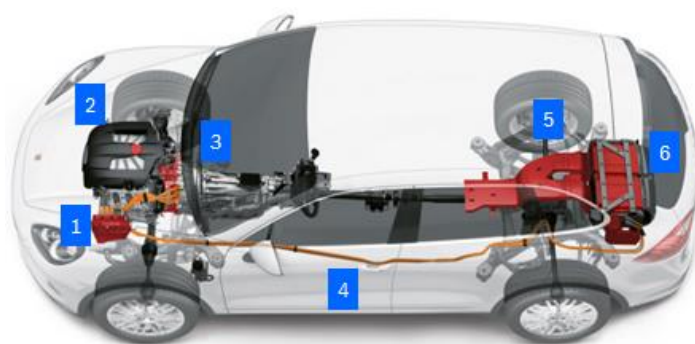
O veículo híbrido da Porsche (sistema paralelo) pode ser conduzido por um motor IC convencional ou puramente elétrico.

Três modos de funcionamento são possíveis:

1. Motor IC (Gasolina-injeção direta) e o motor elétrico (E-motor).
2. Dirigido apenas pelo Motor IC.
3. Conduzido pelo sistema elétrico (E-Motor)

A possibilidade do modo de condução puramente elétrico sugere a aplicação de dupla do controle de acionamento, entre transmissão, máquina elétrica e motor de combustão.

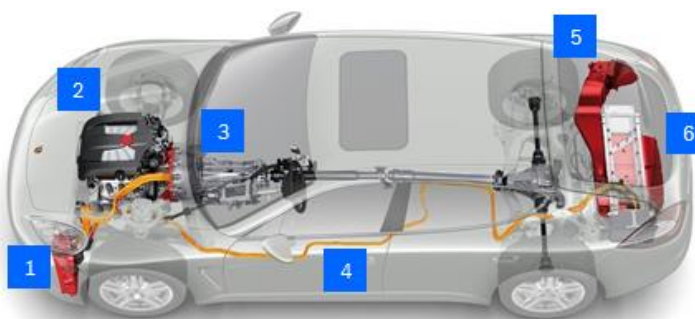
Figura 17 – Sistema híbrido em paralelo Porsche Cayenne e Panamera



1. Unidade de controle.
2. Motor de combustão interna (IC).
3. E-máquina / embreagem.
4. Linhas de alta tensão.
5. Arrefecimento da bateria de alta tensão (canal de alimentação de ar).
6. Bateria de alta tensão.

Porsche Cayenne E-Hybrid

- Motor ICE – 2,9 l 6 cilindros
- Potência ICE – 250 kW (340cv)
- Torque ICE – 450 Nm
- Potência EV – 100 kW (136 cv)
- Torque EV – 400 Nm
- Potência combinada – 340 kW (462 cv)
- Torque combinado – 700 Nm
- Condução elétrica – 41 -48 km
- Velocidade máx. EV – 135 km/h



Porsche Panamera E-Hybrid

- Motor ICE – 2,9 l 6 cilindros
- Potência ICE – 243 kW (330cv)
- Torque ICE – 450 Nm
- Potência EV – 100 kW (136 cv)
- Torque EV – 400 Nm
- Potência combinada – 340 kW (462 cv)
- Torque combinado – 700 Nm
- Condução elétrica – 49 -56 km
- Velocidade máx. EV – 140 km/h

Fonte: Robert Bosch

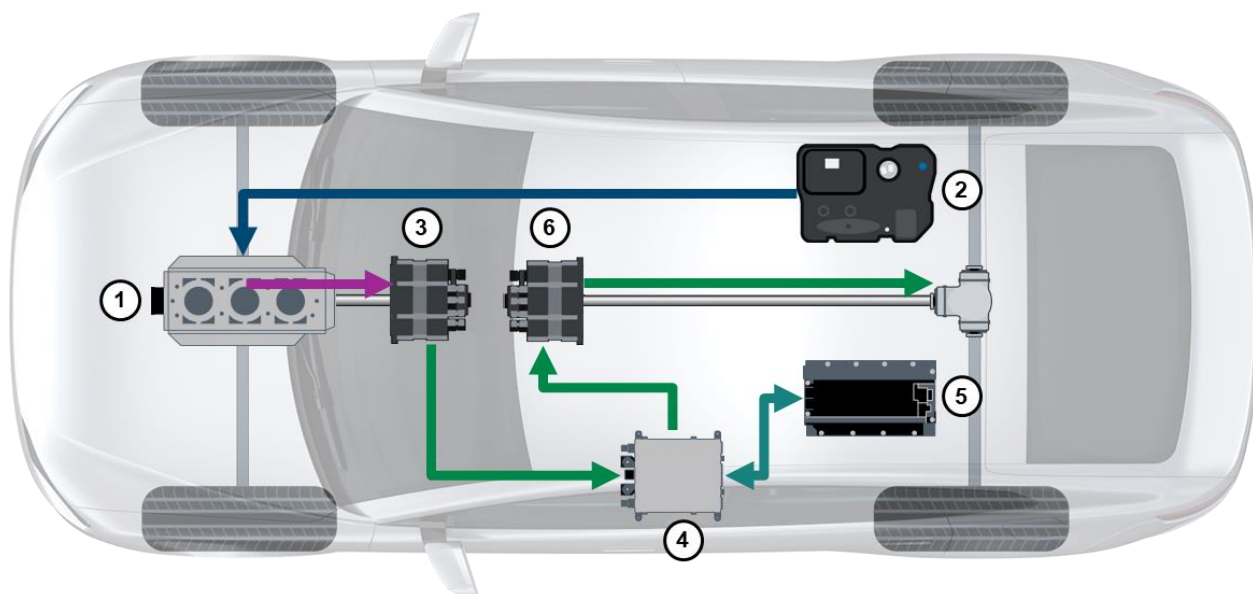
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema híbrido de range estendido

Este tipo de sistema possui o modo de condução elétrico, que pode funcionar por meio da energia fornecida pela bateria e modo de faixa (range) estendido que utiliza parte da energia proveniente de um gerador.

No modo range estendido elétrico o veículo utiliza um motor a gasolina, que aciona um motor elétrico para a produção de energia. Desta forma, a autonomia é amplamente estendida.

Figura 18 – Estrutura do sistema de range estendido



- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. Motor (ICE) | 4. Inversor |
| 2. Tanque de combustível | 5. Bateria de alta tensão |
| 3. Máquina elétrica (gerador) | 6. Máquina elétrica de propulsão |

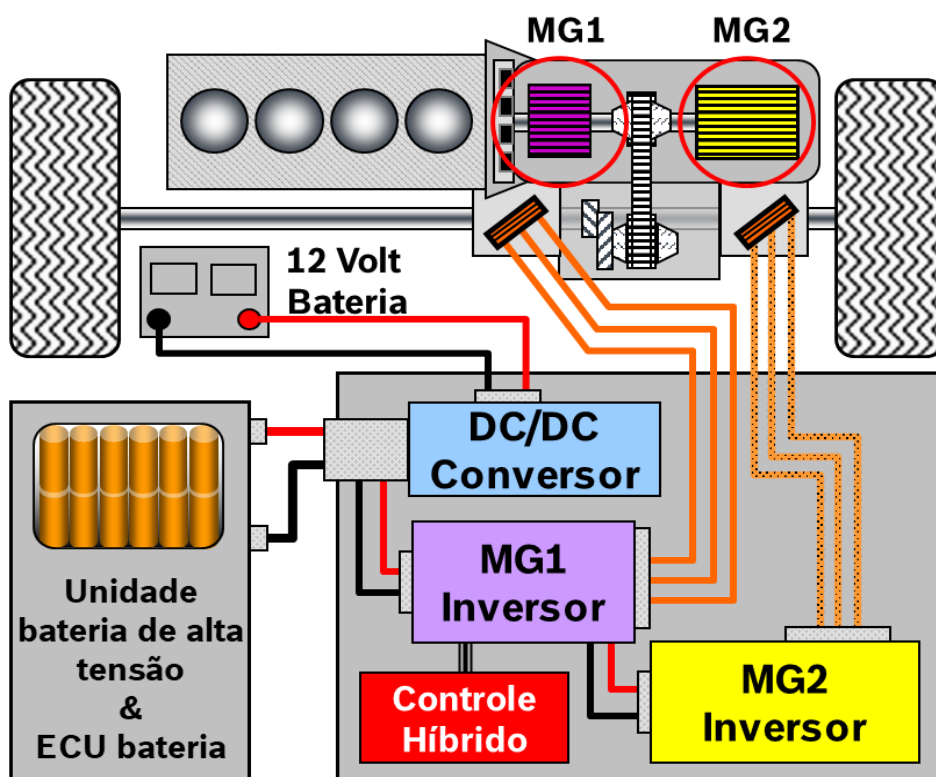
Fonte: Robert Bosch

Quando a bateria está como carga baixa, o sistema muda automaticamente para o modo “*Extended Range*” (faixa estendida) e o seu gerador à gasolina entra em funcionamento.

O motor em funcionamento movimenta uma outra máquina elétrica, que tem a função de gerar energia para alimentar a máquina elétrica propulsora.

O híbrido power split pode ser conduzido em combinações variadas. A energia pode ser fornecida: por meio do ICE (motor de combustão interna) de forma isolada, pelo e-motor (motor elétrico) de forma isolada ou uma combinação de ICE, e-motor e o gerador (um segundo motor elétrico), que também pode ser usado para fornecer energia para a bateria de alta tensão. Este arranjo está agregado por um conjunto de engrenagens planetárias, mais comumente chamado de Power - Split – Device (PSD).

Figura 19 – Sistema com 2 motores elétricos



Fonte: Robert Bosch

Neste conjunto de engrenagens planetária, a potência de saída do motor de combustão interna é dividida em dois caminhos. Isso envolve um caminho mecânico, onde a energia pode ser transmitida diretamente para as rodas por meio de engrenagem e um caminho elétrico o qual a energia é gerada pelo movimento do motor elétrico MG1.

Um segundo motor elétrico (MG2), que é montado diretamente no eixo de saída, é usado para propulsão e também para converter diretamente a energia mecânica em energia elétrica para a bateria.

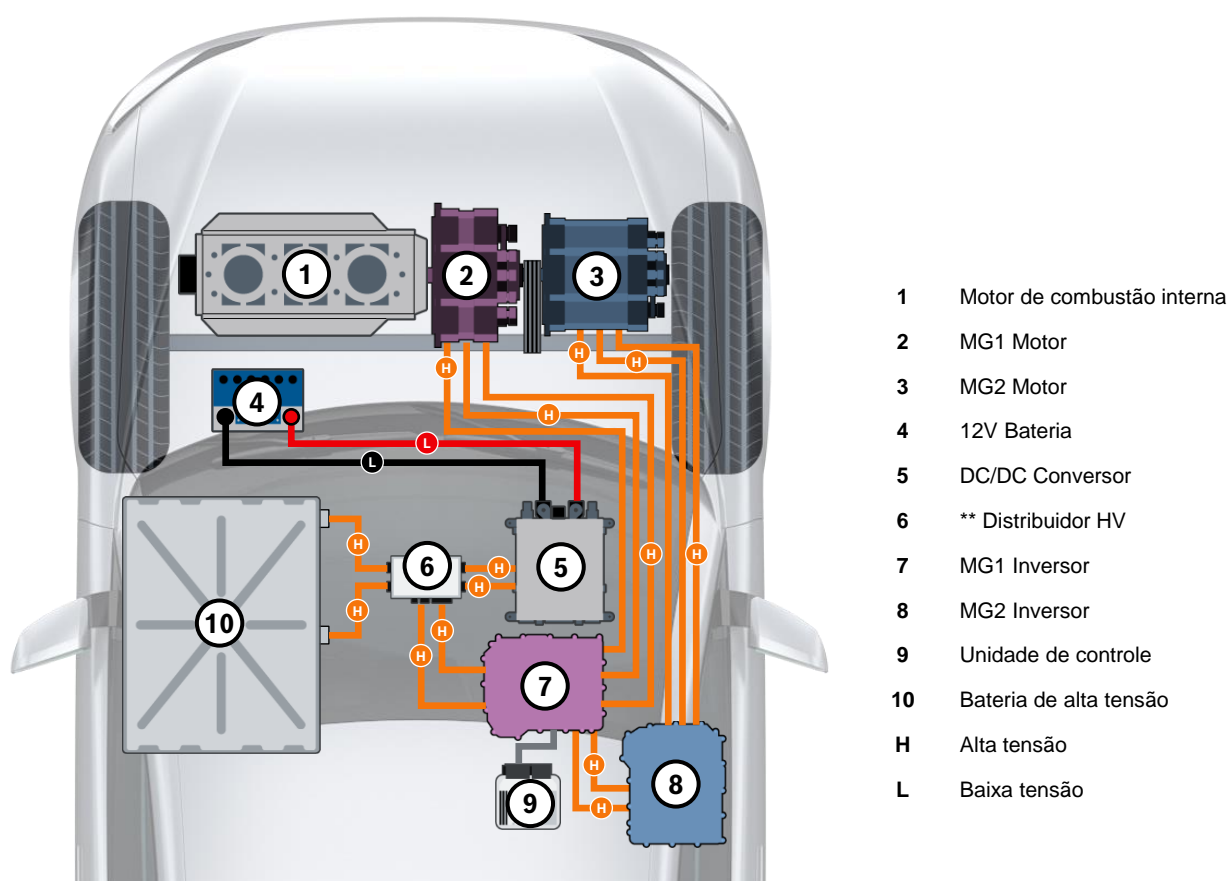
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Fluxo de energia do sistema elétrico híbrido *Power Split*

Este sistema opera com a flexibilidade de um sistema híbrido em série e paralelo, ou seja, há varias possibilidade de funcionamento do sistema. O motor a combustão divide a sua potência entre o motor elétrico e o eixo de transmissão para as rodas, já o segundo motor elétrico entrega sua potência diretamente para o eixo de transmissão das rodas.

Esta combinação pode transferir torque desde o motor a combustão para o sistema gerador bem como para o sistema de tração. Esta potência dividida entre gerador e torque para as rodas é conhecido como *Power Split*.

Figura 20 – Fluxo de energia híbrida *Power Split*



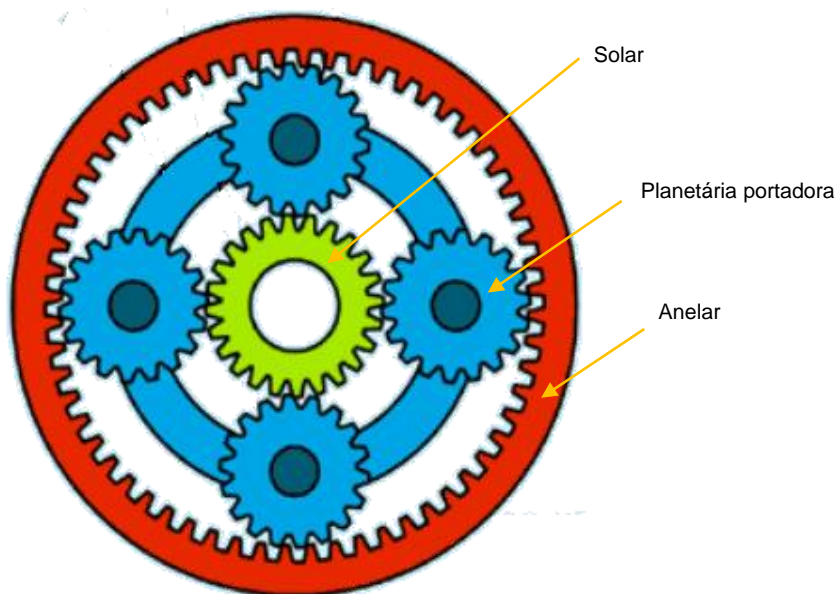
Fonte: Robert Bosch (Toyota Prius)

Engrenagem anelar possui dentes na parte interna do anel.

Engrenagem solar está localizada no centro da caixa, cercada e articulada com as engrenagens planetárias.

Engrenagens planetárias giram entre as engrenagens solar e anelar. Elas são forçadas a dar uma volta completa a fim de satisfazer a condição de velocidade desejada (“translação” e rotação).

Figura 21 – Exemplo de engrenagem planetária



Fonte: WWW. Gr8autotech.com

1. O motor IC pode funcionar com a partida através do motor elétrico 1 e em marcha lenta pode mover o gerador que carrega as baterias e aquece o motor antes que ambos sejam colocados em ação. As engrenagens planetárias portadoras rotacionam transladando ao redor da engrenagem solar que está em rotação.
2. O motor elétrico traciona o veículo, então a engrenagem anelar gira. Se o motor de combustão estiver parado a engrenagem solar gira no sentido contrário ao da anelar e as transportadores apenas rotacionam.
3. Em caso da máquina elétrica mover o veículo em conjunto com o motor elétrico o sentido de rotação da anelar e solar são iguais e a transportado apenas translada.

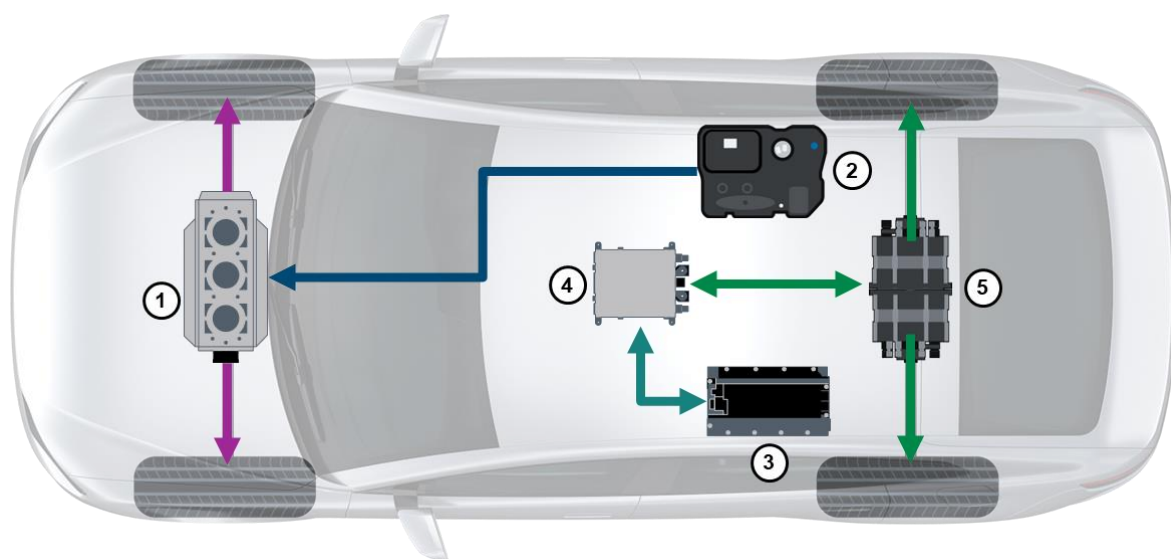
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema elétrico híbrido *Axle Split*

No sistema *Axle Split*, o motor ICE no eixo frontal e a máquina elétrica no eixo traseiro, ou seja, não são acoplados diretamente entre si mecanicamente, em vez disso, eles atuam em eixos diferentes do veículo.

A frenagem regenerativa e o modo de propulsão puramente elétrico ocorrem através do eixo traseiro, enquanto que a força de tração convencional por motor ICE aciona as rodas dianteiras.

Figura 22 – Estrutura elétrico híbrido *Axle Split*



- | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. Motor de combustão | 3. Bateria de alta tensão | 5. Máquina elétrica |
| 2. Tanque de combustível | 4. Inversor | |

Fonte: Robert Bosch

Neste conjunto a seleção do modo de funcionamento pode ser feito por escolha do condutor ou através do modo automático o qual o sistema define a operação.

O motor de combustão interna utilizado é caracterizado por ser o propulsor no eixo dianteiro, ou seja possui porte proporcional a tração e potência necessária.

Em outro eixo é possível movimentar o veículo através de um conjunto de propulsão elétrico, neste caso, o motor ICE frontal é desligado e vice-versa. Os dois motores (ICE + E-motor) podem trabalhar em juntos também.

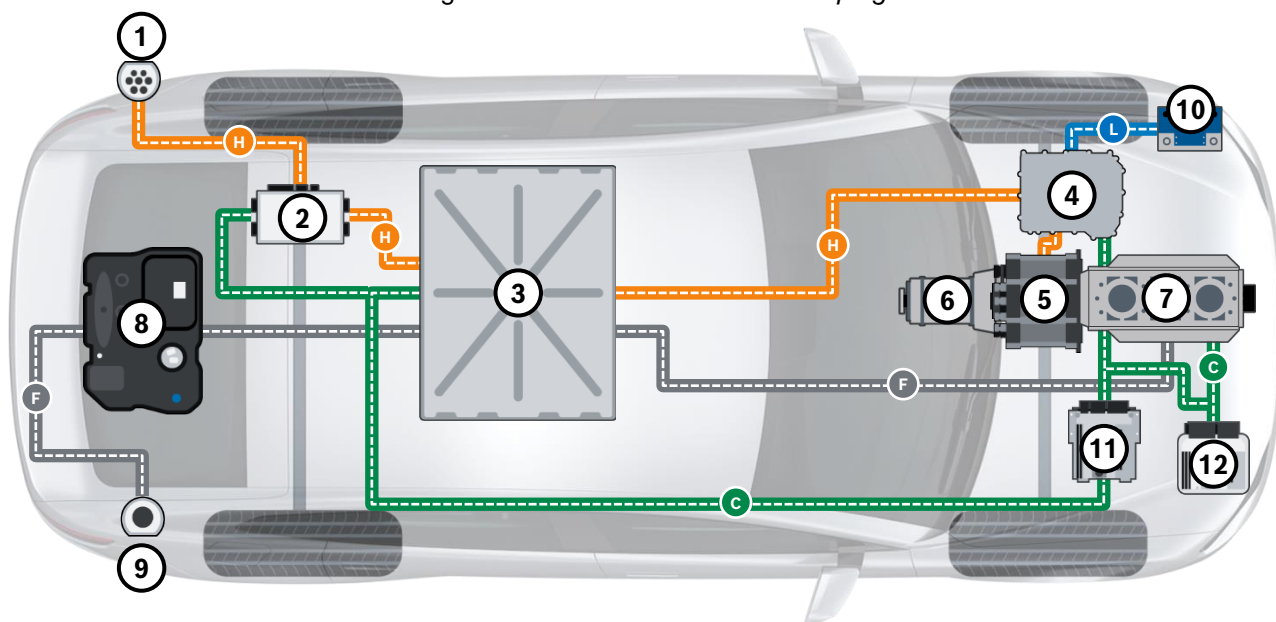
Dois exemplos dessa aplicação são os veículos da Peugeot 3008, Jeep Compass 4xe e Volvo XC60 T8 Plug-in.

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema elétrico híbrido *plug-in*

A estrutura geral do veículo elétrico híbrido (HEV) e o veículo elétrico híbrido *plug-in* (PHEV) não se diferem, exceto pelo fato do veículo PHEV ter a opção de recarga da bateria de alta tensão por parte de um fonte externa de alimentação, utilizando um aparelho de interface de fornecimento de energia (EVSE).

Figura 23 – Veículo elétrico híbrido *plug-in*



- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1. Tomada de carga | 5. Máquina elétrica | 9. Bocal de abastecimento |
| 2. On-board charger | 6. Transmissão | 10. Bateria 12 V |
| 3. Bateria de alta tensão | 7. Motor de combustão | 11. ECU HEV |
| 4. Inversor/conversor DC-DC | 8. Tanque de combustível | 12. ECU motor |

Fonte: Robert Bosch

A recarga externa garante o início de funcionamento do sistema e os primeiros quilômetros de rodagem em forma puramente elétrica e sem emissões de poluentes. O tempo da recarga é dependente do tipo de estrutura química utilizada na bateria, potência do carregador do veículo e tipo de aparelho EVSE.

Para este tipo de aplicação é utilizado um módulo adicional de carga *plug-in*, o que no caso, só existe em veículos com tal tecnologia de recarga externa.

Por ser um sistema com recarga de energia por fonte externa, a bateria possui maior densidade de energia, isso permite maior autonomia em modo elétrico.

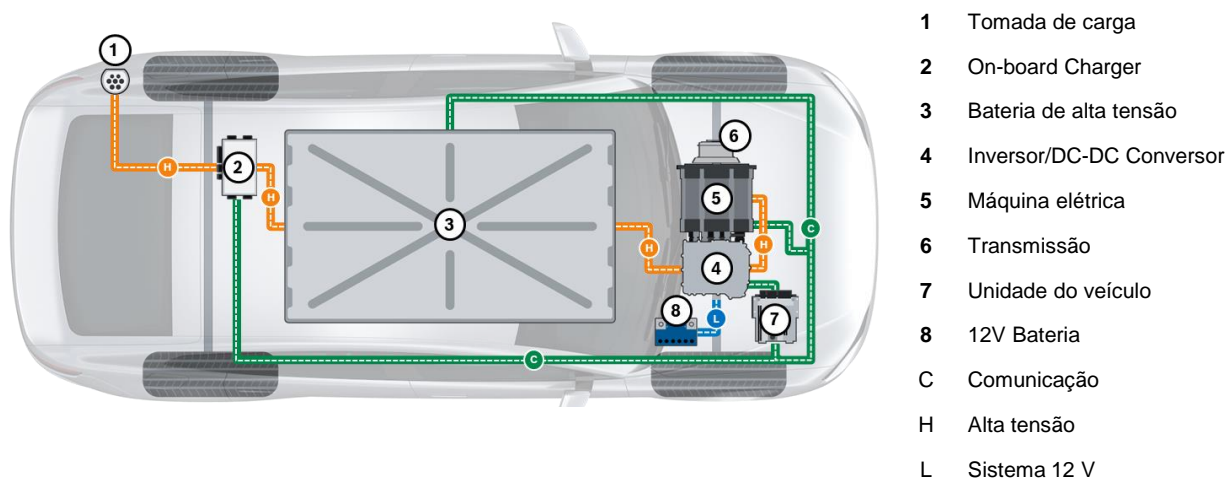
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Veículo elétrico a bateria (BEV)

O sistema apresenta grande similaridade ao sistema elétrico de alta tensão do veículo HEV. Os componentes utilizados são os mesmo, como bateria HV, Inversor e conversor de potência, motor elétrico trifásico e bateria de baixa tensão (LV).

O grande diferencial neste caso, é a ausência de um motor de combustão interna, ou seja, a única forma possível de recarga é através de um fonte de energia externa.

Figura 24 – Veículo 100 % elétrico



Fonte: Robert Bosch

Outra semelhança com sistema híbrido é a utilização de um módulo de carga *plug-in* também utilizado no sistema PHEV.

No veículo elétrico as baterias devem fornecer uma autonomia puramente com energia acumulada, ou seja, as baterias possuem dimensões maiores e portanto o tempo de recarga pode ser mais extenso e variável de acordo com a potência do aparelho de interface EVSE, potência do módulo de carga *on-board plug-in* e estrutura química da bateria.

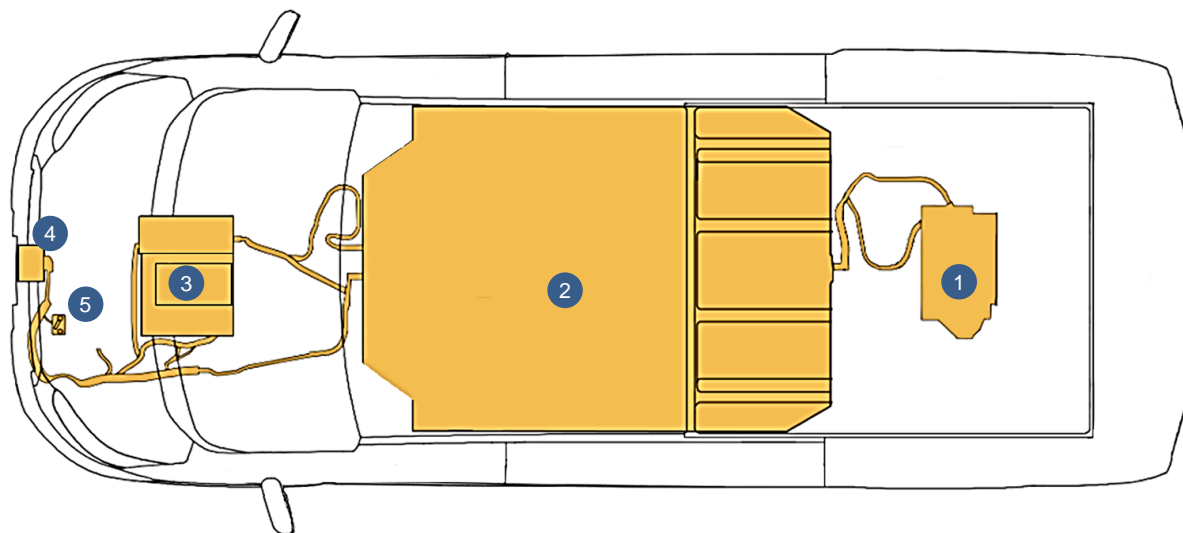
Anotações:

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Veículo elétrico a bateria BEV

O sistema BEV obrigatoriamente possui um ponto de recarga externa, no caso do veículo e-Transit para o alcance máximo de 186 km (versão base) é necessário a recarga na opção de até 8 horas à 240V/48A (100%), 34 minutos à 115kWDC (15 a 80%) ou 12 horas à 240V/30A.

Figura 25 – Sistema BEV



Fonte: Ford e-Transit

1. Propulsor elétrico
2. Bateria de alta tensão
3. Módulos de potência (inversor/conversor/on-board charge/compressor/aquecedor)
4. Conector de carga externa
5. Conector de serviço (LV)

O veículo possui uma bateria de íons de Lítio de 75,7 kWh (68 kWh utilizáveis), o motor elétrico de ímã permanente de 198 kW (269 cv) é integrado no eixo traseiro, com apenas uma velocidade (redução) e produz um torque de 43,8 kgfm.

Figura 26 – Propulsor e-Transit



Fonte: Robert Bosch

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Padrão SAE J1772 e IEC 62196

Existem diferentes tipos de padrão de conectores para recarga em corrente alternada, os mais difundidos e comuns são nomeados de tipo 1 e tipo 2.

O tipo 1 possui a disposição dos pinos diferentes do tipo 2 IEC, porém ambos são padronizados nos quesitos de comunicação e funcionalidades dentro da norma SAE J 1772.

- Tipo 1 – padrão americano;
- Tipo 2 – padrão europeu.

Figura 27 – Conexão tipo 1 e tipo 2



Fonte: Robert Bosch

Os veículos são produzidos e pré disposto a alguns tipos e recarga AC, podem haver sistemas para recarga trifásica e outros apenas monofásico.

A inserção da conexão trifásica do EVSE em um veículo que possui modo de recarga em AC monofásico, resulta em carga lenta ou a não recarga.

Outros padrões de conectores existem no mercado automotivo entre eles estão:

- CHAdeMO;
- GB/T 2034.2;
- GB/T 20234.3;
- Tesla Charging.

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Carregador de corrente contínua

A carga em corrente contínua é controlado e retificada através de um carregador externo, neste caso o tempo de recarga é determinado inicialmente pela capacidade do aparelho e posteriormente a capacidade C-Rate da bateria.

A recarga não ocorre aleatoriamente, a comunicação entre sistema do veículo e carregador também influenciará no tempo de recarga, visto que, as condições de construção química da bateria é outro fator limitante ao tempo de recarga.

Figura 28 – Carregador EV 3000 Bosch



Valores referentes a entrada

- Tensão - 480 VAC
- Corrente - 40A
- Potência - 30 kW

Fonte: Robert Bosch

Para aplicação do conector tipo 1 e 2, o padrão de conexão da interface utilizada é a base física da carga AC com a adição de 2 terminais DC+ e DC-, chamado de combo (CCS).

Figura 29 – Conexão tipo 2 CCS _ Ford e-Transit



- PP** – Proximity pilot (pré inserção).
- CP** – Control pilot (pós inserção).
- PE** – Protective earth (massa).
- L3** – 3 fases.
- D+** - Positivo.
- D-** - Negativo

Fonte: Robert Bosch

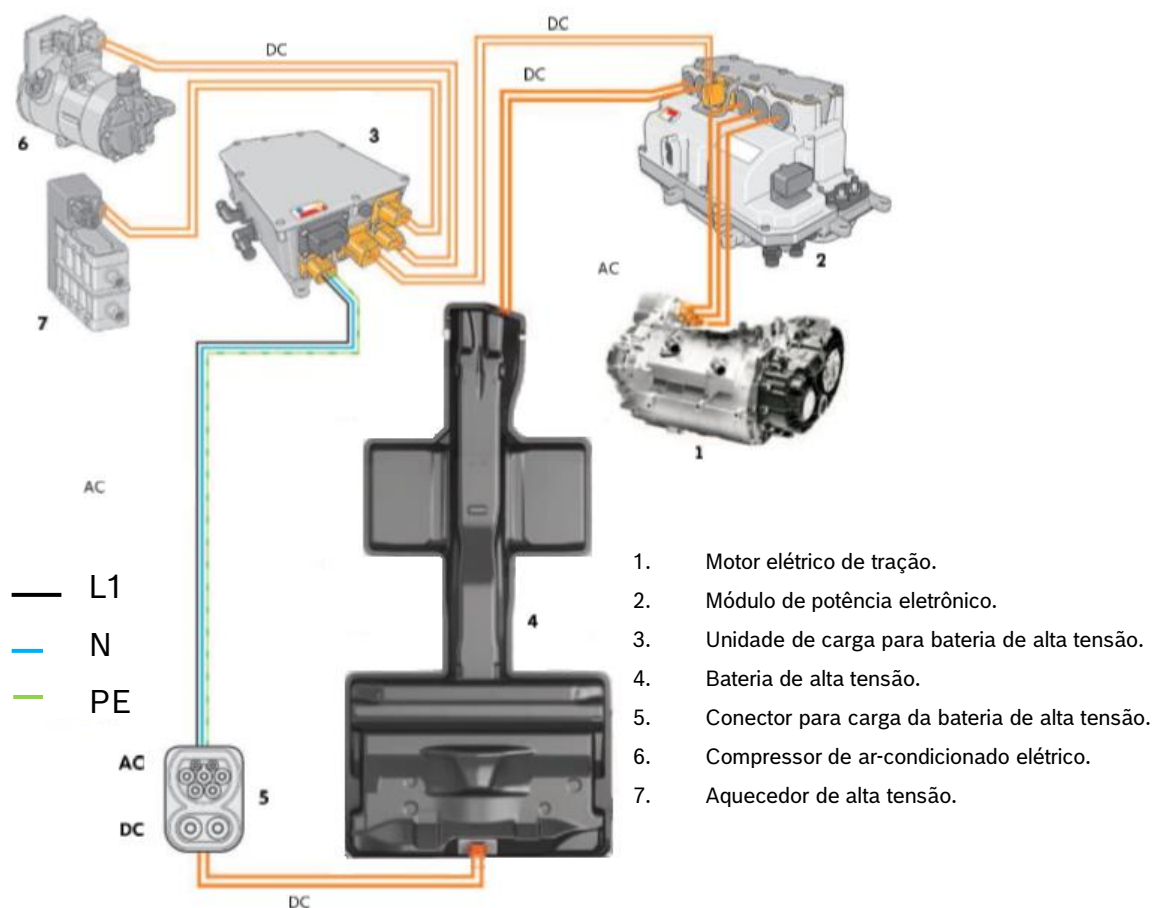
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema de alta tensão HV | EV

O processo de carga por alimentação alternada requer a utilização de um módulo de carga [3] que terá a função básica de controlar e transformar a corrente alternada (AC) de entrada em uma corrente elétrica contínua (DC) de saída compatível com a bateria de alta tensão.

A recarga direta em corrente contínua pode ser entregue diretamente a bateria de alta tensão. Em outros sistemas e topologias a carga DC pode passar por um módulo de controle antes de chegar a bateria HV, isso significa que, existem diferentes topologias e conexões elétricas.

Figura 30 – Topologia de Veículo a bateria



Fonte: VW E-Golf

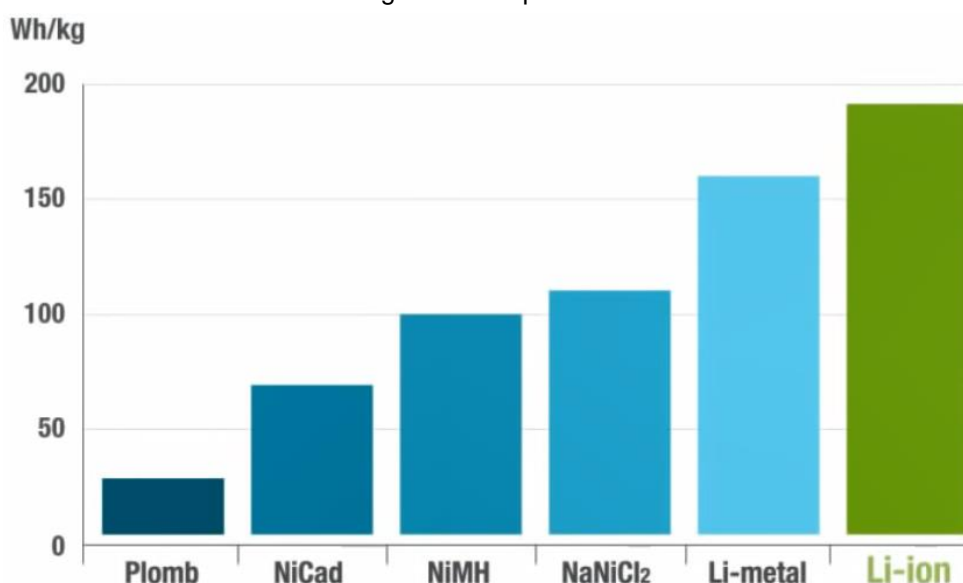
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Acumuladores de energia

As baterias são classificadas de acordo com o tipo de material e elementos químicos utilizados para fabricação. A resultante dessa formatação são diferentes composições e tipos de bateria que proporcionam diferentes densidades de energia e potência.

No Brasil a aplicação da bateria de Níquel Metal Hidreto em veículos elétricos híbridos é muito comum, porém em veículos com sistema de recarga externa (plug-in) ou aplicações de motores de alta potência e autonomia elevada é muito comum a bateria com princípio ativo em Lítio.

Figura 31 – Tipo de baterias



Fonte: Robert Bosch

Dentro da categoria da bateria de Li-ion e Li metal são utilizados outros materiais adjacentes e isso define basicamente diferentes modelos de bateria de Lítio com capacidades e tensão de células diferentes.

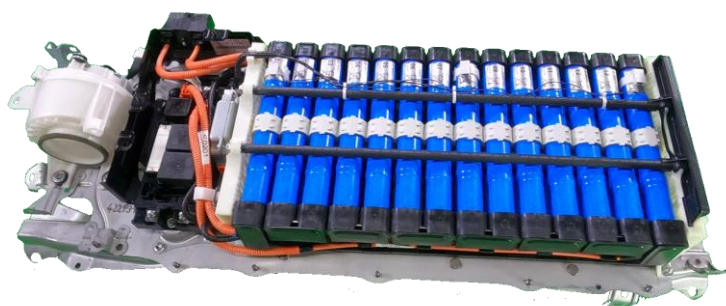
A bateria de Cloreto de Sódio Níquel é baseada em princípios de material metálico e eletrólito cerâmico e também líquido, porém é necessária uma temperatura entre 270°C à 350 °C para se manter operacional.

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Acumuladores de energia NiMH e Lítio

As baterias de NiMH possuem uma energia relativamente interessante para sistemas que possuem outro meio de condução para tração, devido a essa especificação a capacidade de autonomia para movimentar o veículo no modo EV é um tanto limitada.

Figura 32 – Bateria de NiMH – Bosch (Linha Toyota e Lexus)



- Tensão por célula (V): 1,2.
- Capacidade nominal: 6Ah.
- Energia específica (Wh/kg): 86.
- Temp. da bateria (°C): -30 to +50.
- Peso de 3 módulos (Kg): 2.

Fonte: Robert Bosch

As baterias de Lítio possuem um desempenho elevado em relação a bateria de NiMH, nos quesitos de densidade de potência (W/kg) e densidade de energia (Wh/Kg).

Uma grande diferença na tensão de célula é percebida, e isso significa que para um mesmo peso específico a bateria de Lítio tem a capacidade de acumular carga reativa muito maior ocupando um espaço muito menor.

Figura 33 – Bateria de Lítio – E-Golf



- Tensão célula (V): 3,67 V
- Capacidade nominal : 75Ah.
- Nº de células: 264.
- Peso (Kg): 318.
- Módulos de bateria: 27.

Fonte: Robert Bosch

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Conector de serviço de alta tensão

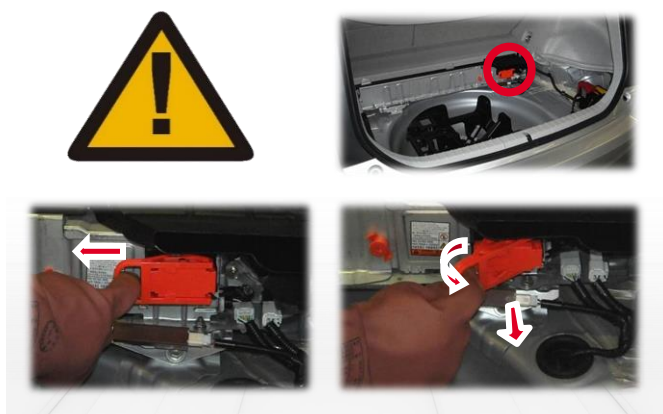
O conjunto de bateria em alguns veículos possuem um chave de desconexão (conector de serviço), esse conector ao ser desconectado interrompe de forma direta a linha de alta tensão da bateria, abrindo o circuito.

A desconexão dessa chave de forma irregular e não seguindo um procedimento específico acarretará em danos irreversíveis ao sistema e/ou a pessoa.

Essa etapa de trabalho é realizada por um profissional autorizado, qualificado e capacitado em Nível 2 (Fase 2).

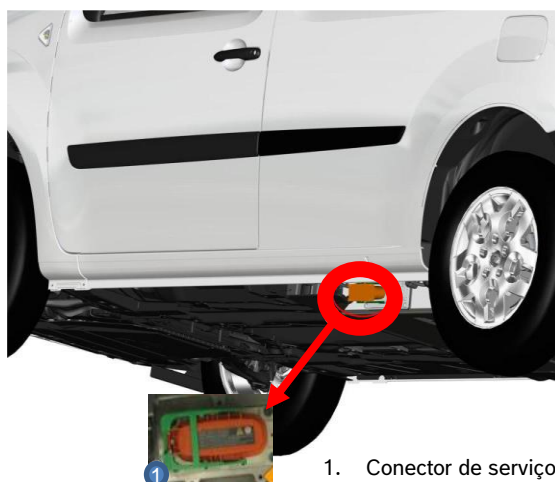
Existe também chaves de serviço que são desconectados de forma indireta, através de linha de baixa tensão. Da mesma forma, o desligamento irregular poderá causar danos ao sistema e componentes de alta tensão.

Figura 34 – Conector de serviço Toyota Prius



Fonte: Robert Bosch

Figura X – Conector de serviço Renault Kangoo ZE



1. Conector de serviço da bateria HV (400V).

Fonte: Renault Kangoo

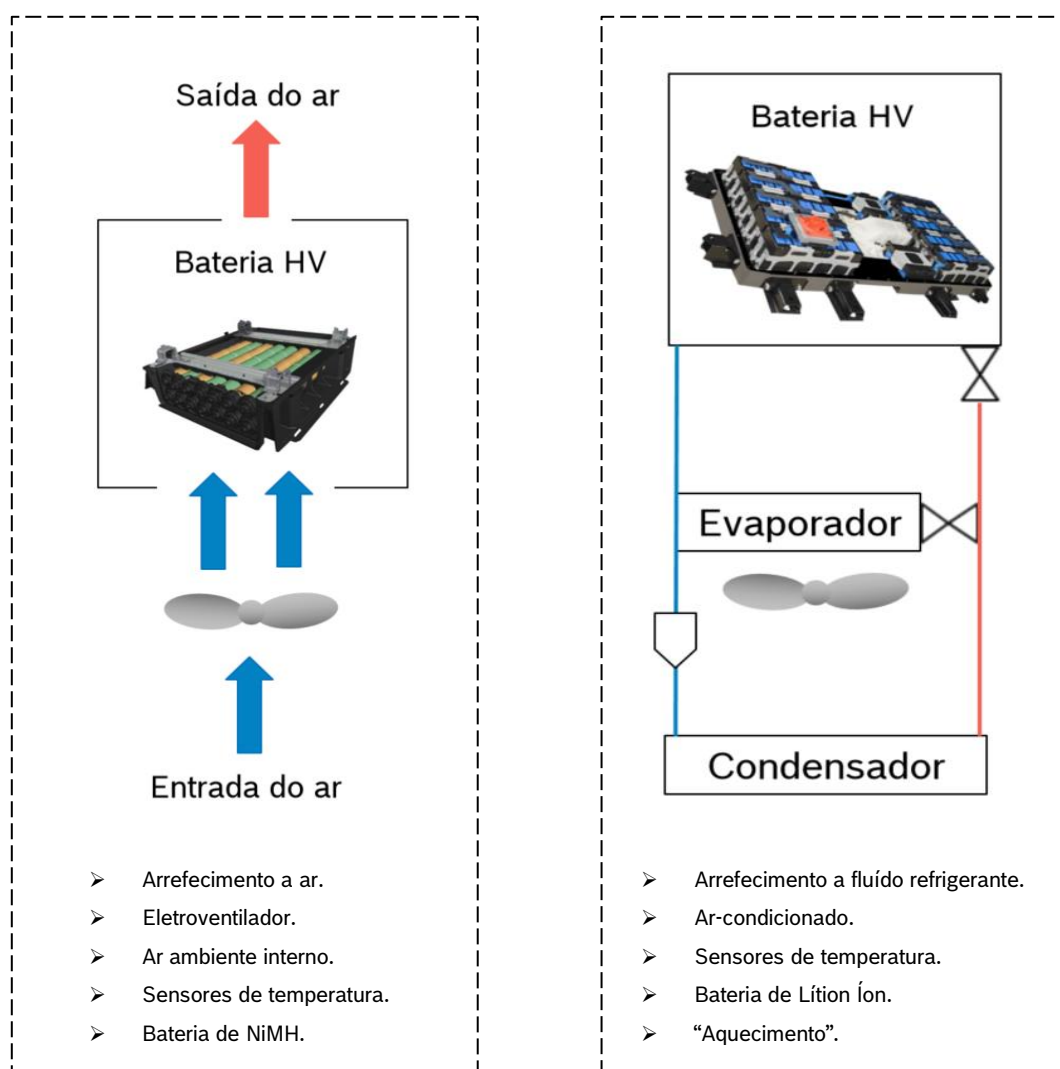
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Gerenciamento da bateria HV

As baterias precisam de algum sistema para troca de calor, é essencial que uma bateria se mantenha em uma faixa estável de trabalho. Caso a temperatura da bateria estiver fora da faixa nominal de trabalho o desempenho e vida útil são reduzidas.

Principalmente as baterias de Lítio precisam de um controle térmico muito preciso, isso porque o excesso de temperatura pode afetar o funcionamento do veículo e até mesmo causar sérios danos físicos e até a morte de pessoas. Então dependendo do tipo de aplicação de bateria é estrutura métodos diferentes de controle térmico, seja para aquecimento ou resfriamento.

Figura 35 – Sistemas de refrigeração de baterias



Fonte: Robert Bosch

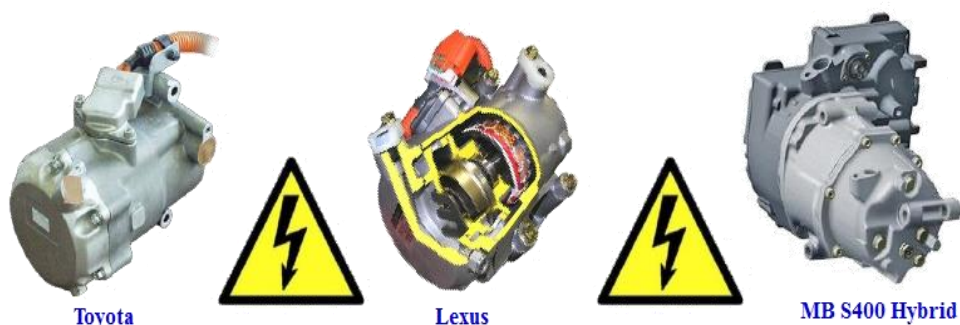
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Compressor elétrico HV | Acessórios de alta tensão opcionais

O compressor de A/C elétrico é responsável por comprimir e bombear o gás refrigerante R134A ou 1234yf pelo sistema, e é acionado pelo circuito de alta tensão DC ou AC (trifásico). O circuito pode fazer parte da climatização de cabine mas também para refrigeração da bateria de alta tensão.

Importante: Alguns veículos híbridos e elétricos utilizam um óleo especial para os compressores de ar condicionado.

Figura 36 – Compressores elétricos de alta tensão

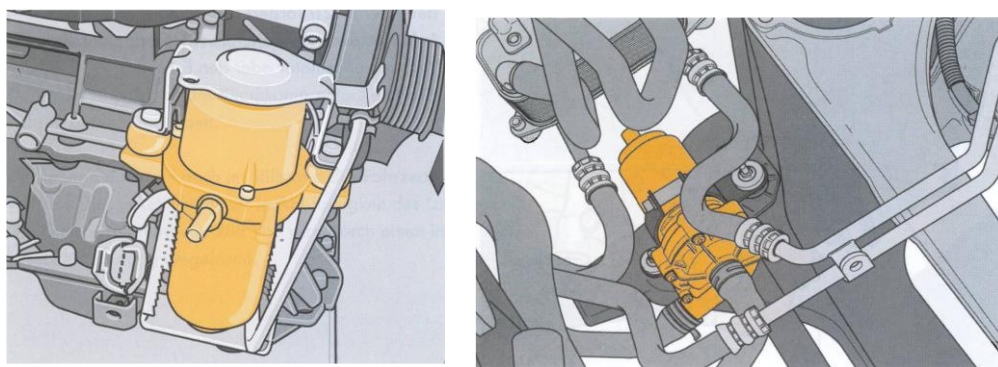


Fonte: Robert Bosch

Outros componentes no veículo elétrico e híbrido podem ser utilizados com aplicação da alta tensão elétrica, tais componentes são opcionais e variam de acordo com o veículo.

Um sistema muito comum utilizados em ambientes de temperatura baixa são os circuitos de aquecimento elétrico de alta tensão, para calefação de cabine por exemplo.

Figura 37 – Componentes com acionamento em alta tensão



Bomba de vácuo

Bomba de fluido refrigerante e aquecimento.

Fonte: Robert Bosch

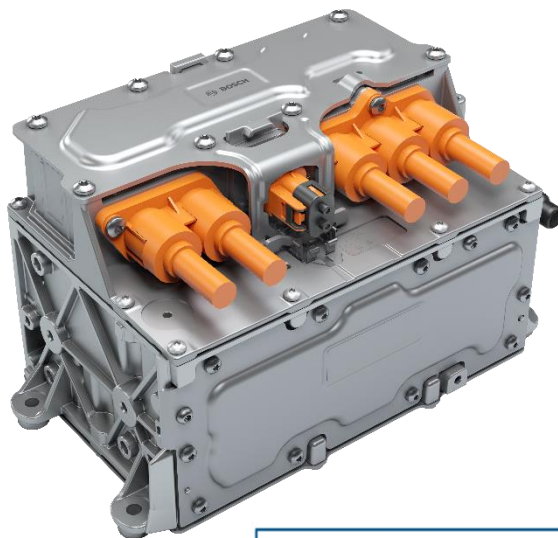
Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Módulo conversor e inversor Bosch

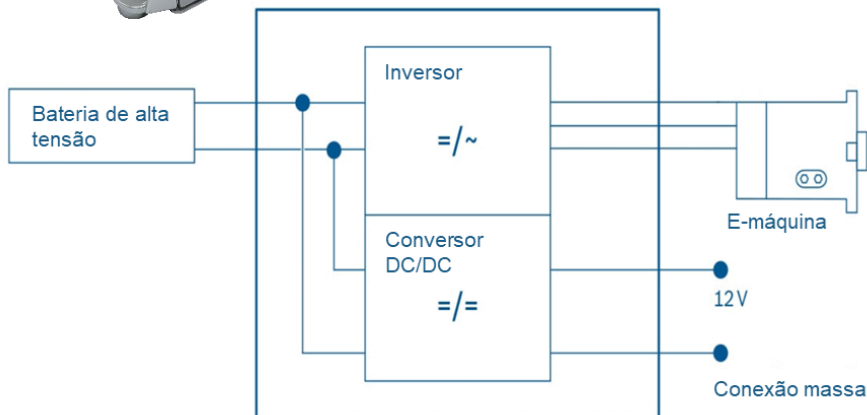
O módulo de potência possui as funções de ativação trifásica do motor elétrico, aproveitamento de carga regenerativa, etapa de conversão para recarga da bateria 12 VDC e também possui uma conexão de saída para o compressor elétrico do ar condicionado.

Em sistemas que possuem outros componentes elétricos de alta tensão utilizam um módulo de potência de distribuição de alimentação de alta tensão, mas essa função em alguns sistemas pode ser realizada pelo próprio módulo de potência inversor/conversor.

Figura 38 – Inversor e conversor Bosch



- Potência típica de saída: 100 KW;
- Range de tensão nominal: 100-450 VDC;
- Potência de saída conversor: 3 KW;
- Corrente máxima HV: 450 A;
- Corrente máxima LV: 120 A.



Fonte: Robert Bosch

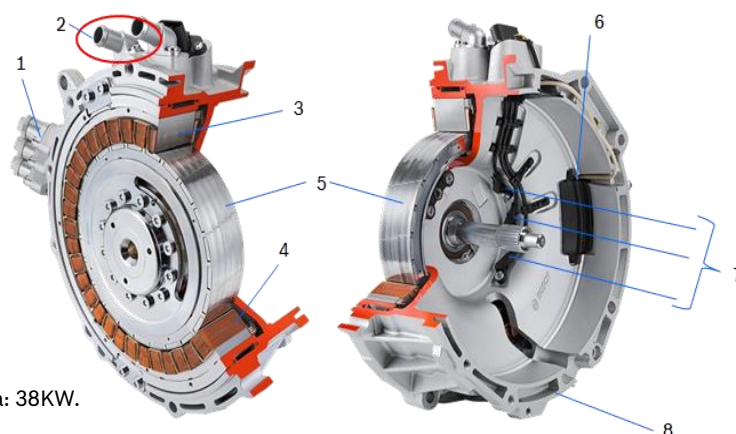
Os motores são alimentados pela etapa de saída do inversor de frequência, os motores elétricos são formados por um núcleo central que pode ser magnetizado permanentemente ou sofre induções magnéticas (motor tipo gaiola de esquilo). A parte externa do conjunto é formada por enrolamentos que foram bobinas defasadas em toda a circunferência.

Os enrolamentos são provenientes de 3 conexões chamadas de fase U, V e W, que recebem uma alimentação em forma similar à de corrente alternada, e tal acionamento entre fases é defasado em 120° .

Figura 39 – Motor elétrico de ímã permanente

1. Conexões HV.
2. Circuito refrigeração.
3. Estator.
4. Bobinas individuais.
5. Rotor.
6. Sensor de temperatura.
7. Sensor de RPM.
8. Carcaça do motor.

Torque: 300 Nm. Potência: 38KW.



Fonte: Robert Bosch

A frenagem regenerativa é um sistema que possibilita a recuperação de energia elétrica para a bateria de alta tensão através do movimento de desaceleração do veículo. Esta energia é gerada através do movimento da máquina elétrica, que causa um efeito de frenagem do veículo, devido a formação do campo magnético e recuperação da energia. Para melhor aproveitamento pode ser utilizado no veículo um sistema de freio avançado eletrônico.



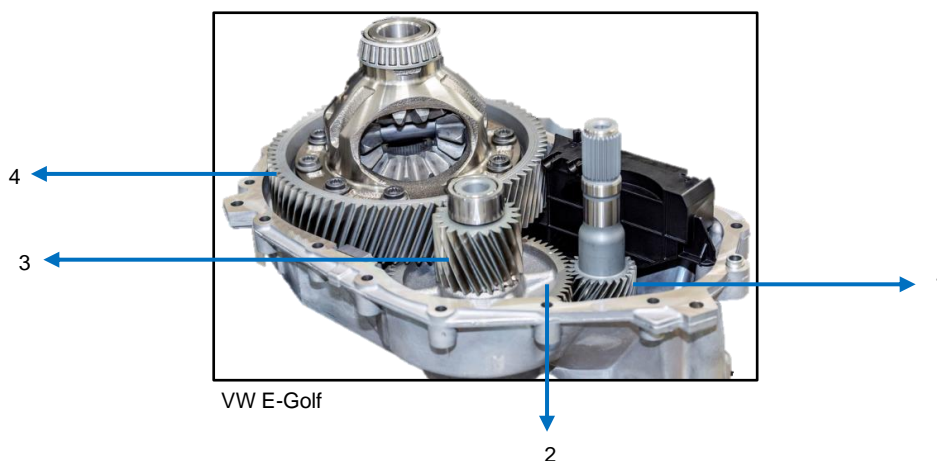
Freio de potência integrado (IPB)

Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Exemplos de conjuntos redutores de máquinas elétricas

O conjunto de propulsão elétrica de um veículo 100% elétrico não possui em sua maioria um conjunto de transmissão que permite a combinação de relação de engrenagens ou polias.

O transmissão de força possui apenas um conjunto de engrenagem de redução e diferencial que pode variar de acordo com o veículo.



- Potência típica de saída: 85 KW
- Torque máximo nominal: 270 Nm.
- Velocidade máxima do motor: 12.000 rpm.
- Peso do conjunto: 99,5 Kg.

1. $Z_1 = 27$.

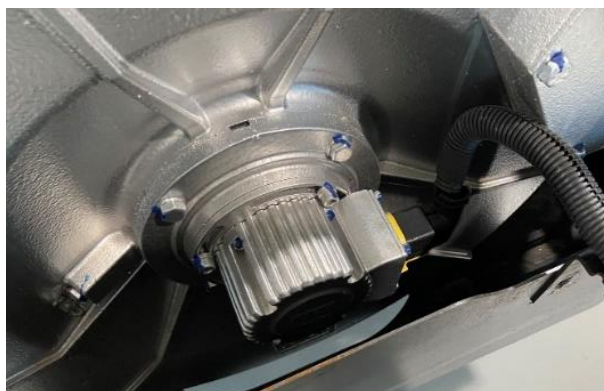
2. $Z_2 = 73$

3. $Z_3 = 23$

4. $Z_4 = 83$

Relação final: 9,74:1

Para conjunto de motores elétrico de grande porte, para aplicação em veículos de transporte e carga o eixo e mancais de apoio possuem sensores de temperatura e lubrificação.



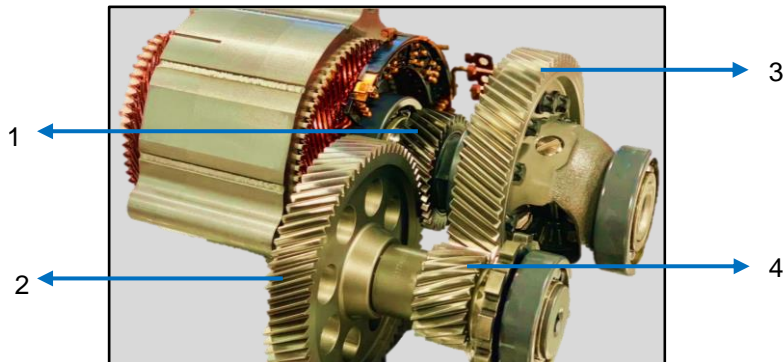
VW e-Delivery



Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Exemplos de conjuntos redutores de máquinas elétricas

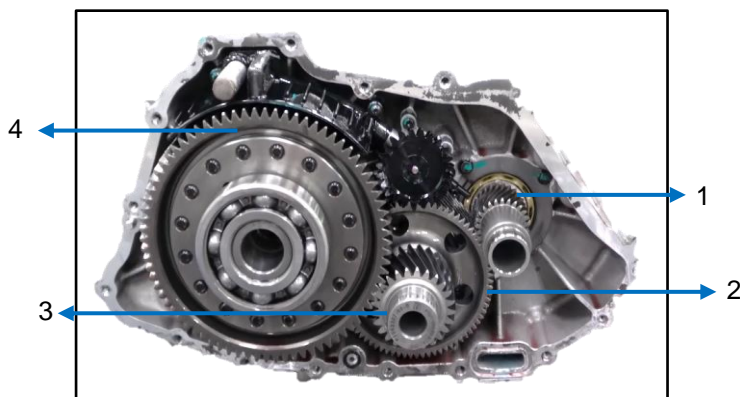
Avalie as imagens abaixo e defina a relação final.



Chevrolet - BOLT

1. Engrenagem do motor 35 dentes.
2. Engrenagem eixo principal 73 dentes.
3. Engrenagem de acionamento eixo principal 21 dentes.
4. Engrenagem eixo principal 71 dentes.

- Potência: 150 KW
- Torque máximo nominal: 360 Nm..
- Peso do líquido: 77,4 Kg.
- Relação final: _____.



Tesla – Model S

1. Engrenagem do motor 25 dentes.
2. Engrenagem eixo principal 78 dentes.
3. Engrenagem de acionamento eixo principal 25 dentes.
4. Engrenagem eixo principal 78 dentes.

- Potência de pico: 370 KW
- Torque máximo nominal: 636 Nm..
- Peso do motor: 27,5 Kg.
- Rotação máxima do motor: 18000 rpm.
- Relação final: _____.



Veículos Elétricos e Híbridos – Fase I

Sistema de arrefecimento do sistema HV

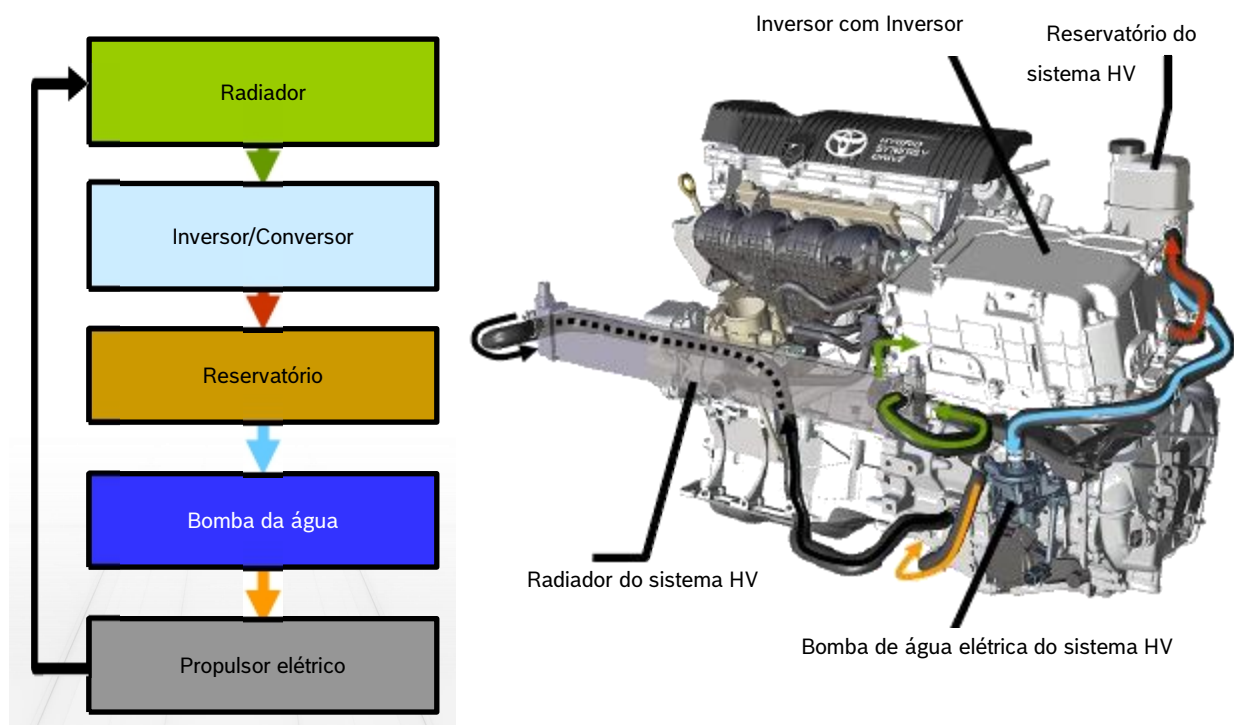
O sistema de alta tensão de potência utiliza um circuito de refrigeração separado de qualquer outro circuito de arrefecimento, ou seja, este circuito é isolado do circuito de arrefecimento do motor a combustão ou bateria de alta tensão.

Os componentes que precisam trocar calor são dotados de entrada e saída de líquido de arrefecimento utilizam sistemas de troca térmica por condução.

O motor elétrico e módulo de potência (inversor e conversor) estão no mesmo circuito de arrefecimento, o fluido de arrefecimento é deslocado pelo sistema com o auxílio de uma bomba elétrica da água e possui um radiador exclusivo para a função de troca térmica.

O circuito de arrefecimento do sistema de potência de alta tensão também é isolado do circuito de aquecimento de cabine. Então, alguns veículos podem conter 3 circuitos diferentes de líquido para controle/ajuste térmico.

Figura 40 – Sistema de arrefecimento do Toyota Prius



Fonte: Robert Bosch

*Queremos fazer parte da SUA
carreira profissional!*

Evo Automotiva



Robert Bosch Ltda.

Centro de Treinamento Automotivo

Rodovia Anhanguera Km 98

Campinas-SP

Telefone (19) 2103-1419

E-mail treinamento.automotivo@br.bosch.com

Site www.boschtreinamentoautomotivo.com.br



BOSCH
Tecnologia para a vida

