

# Elteknik

Branschgemensamt utbildningsmaterial för träning av gymnasiepedagoger på fordonsprogrammet.

## **Dag 2 – högvolt:**

1. Drivkoncept (45 min)
2. Lagar och ansvar (45 min)
3. Batteriteknik (45 min)
4. Högvolt säkerhet (1,5 h)
5. Uppbyggnad och funktion (1,5 h)
6. Frånkoppling och mätning (1 h)

# Elektriska fordon – drivkoncept

Med drivkoncept menas hur energikällorna används och fördelas i bilens drivlina.



HEV



PHEV



MHEV



BEV



EREV

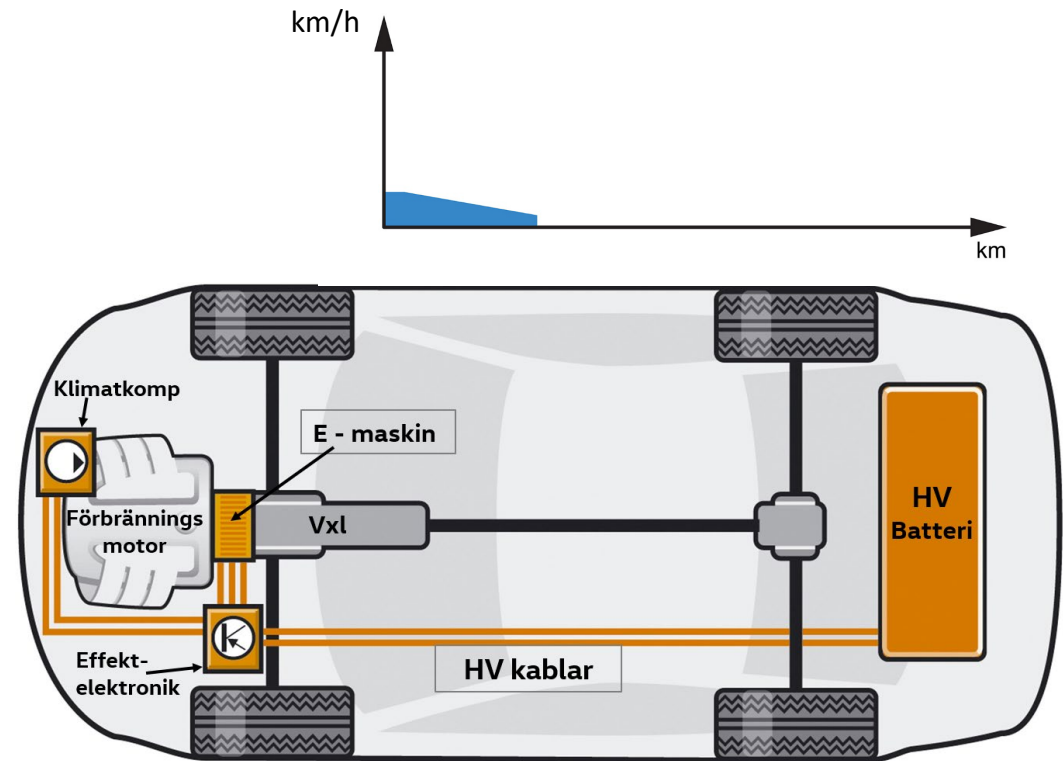


FCBEV

# HEV (Hybrid Electric Vehicle)

En **fullhybrid** består i stora drag av:

- Förbränningsmotor
- E-maskin (drivmotor, generator, startmotor)
- Effektelektronik (spänningsomvandlare)
- Högvoltsbatteri
- Elektrisk klimatkompressor



Med hjälp av en skiljekoppling mellan förbränningsmotor och E-maskin, kan systemet välja om bilen ska drivas elektriskt, fossilt eller både och.

All laddning av högvoltsbatteriet sker med E-maskinen, antingen genom regenerativ bromsning eller som generator driven av förbränningsmotorn.

En Hybrid har en räckvidd på ca: 2km, med en maxhastighet runt 50-60km/h vid eldrift.

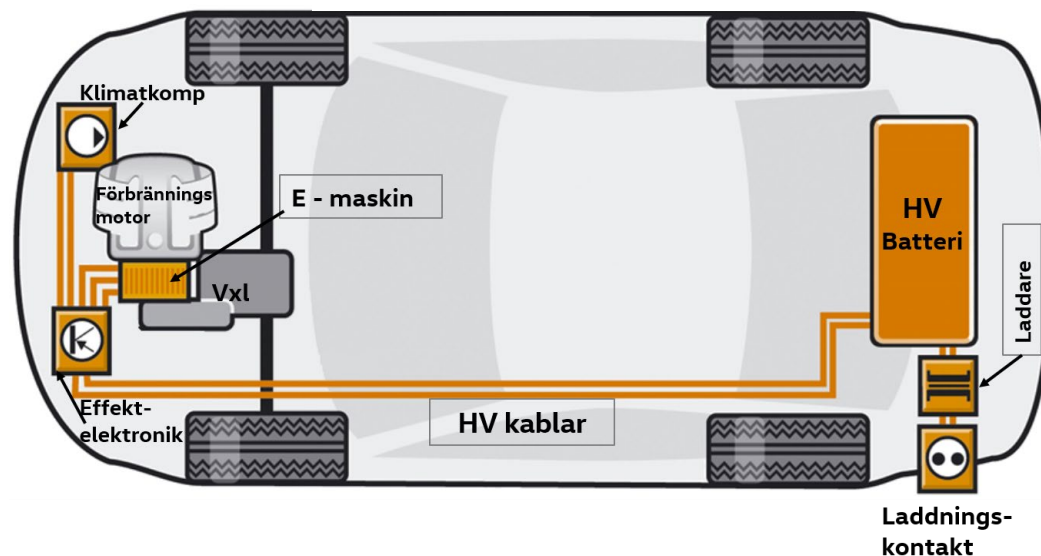
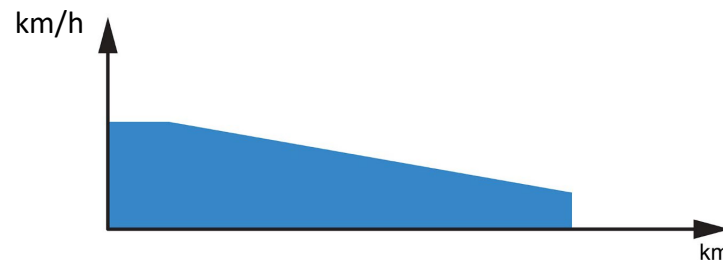
# PHEV (Plugin Hybrid Electric Vehicle)

Det som skiljer pluginhybriden från den vanliga hybriden är främst möjligheten att kunna ladda högvoltsbatteriet externt från elnätet.

Detta leder även till fler komponenter i systemet:

- Laddare (som gör om växelström AC, till likström DC).
- Laddningskontakt (för koppling till elnätet).
- Högvoltsvärmare PTC (för uppvärmning vid eldrift).

Jämfört med HEV:s ganska moderata räckvidd och hastighets siffror, har PHEV en räckvidd runt 50km med en maxhastighet över 120km/h vid eldrift



# BEV (Battery Electric Vehicle)

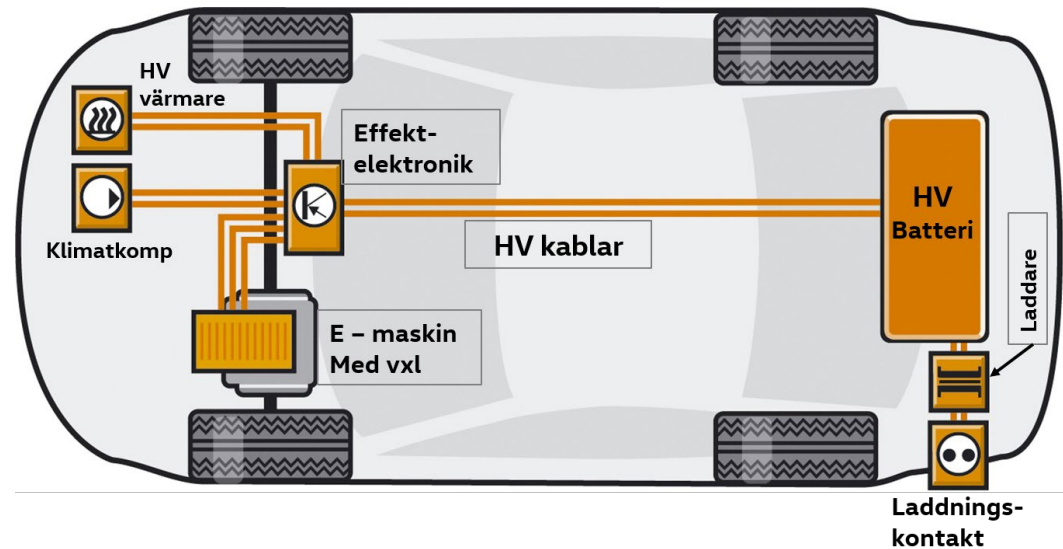
En elbil har en 100% elektrisk framdrivning och saknar alltså förbränningsmotor.

Konstruktionen är betydligt enklare än en hybrid, då elmotorn inte kräver några växlar varken framåt eller bakåt.

Vid backning av en elbil ändras rotationsriktningen på elmotorn (gäller ej ABT elbilar).

I övrigt hittar vi samma komponenter som en PHEV, men högvoltsbatteriet är större, likaså e-maskinen.

Högvoltsbatteriet laddas via bilens inbyggda laddare, eller med regenerativ bromsning. Det finns även möjlighet till snabbladdning (DC) på elbilar.



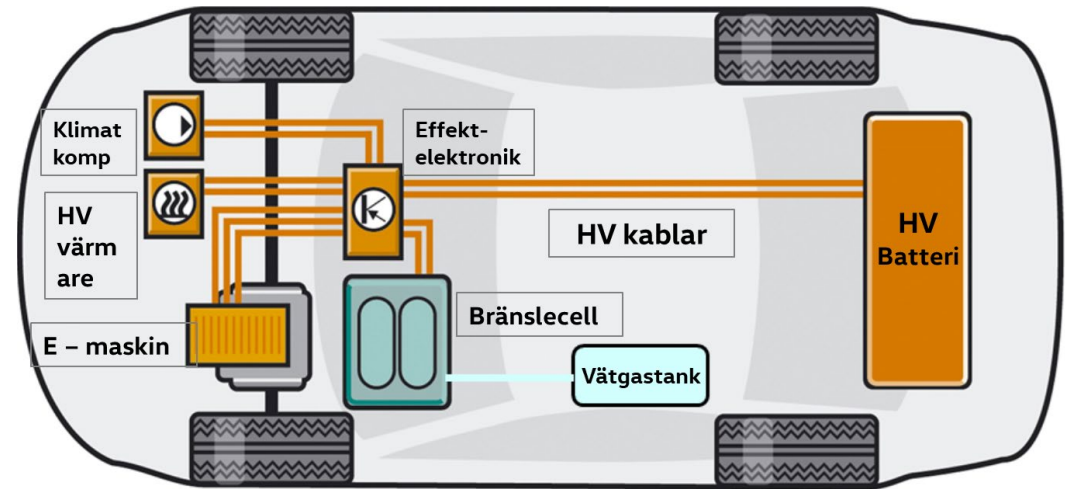
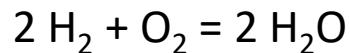
# FCBEV (Fuel Cell Battery Electric Vehicle)

Vätgasbilen är körmassigt som en elbil, med skillnaden att istället för att koppla in en laddkabel till elnätet, tankas bilen med vätgas.

I bränslecellen leder man in vätgas från ena sidan och syre från den andra. Ämnena passerar genom ett elektrolytiskt membran och elektricitet bildas.

Restprodukten i processen blir vatten.

Vätgas =  $H_2$  Syrgas =  $O_2$  Vatten =  $H_2O$



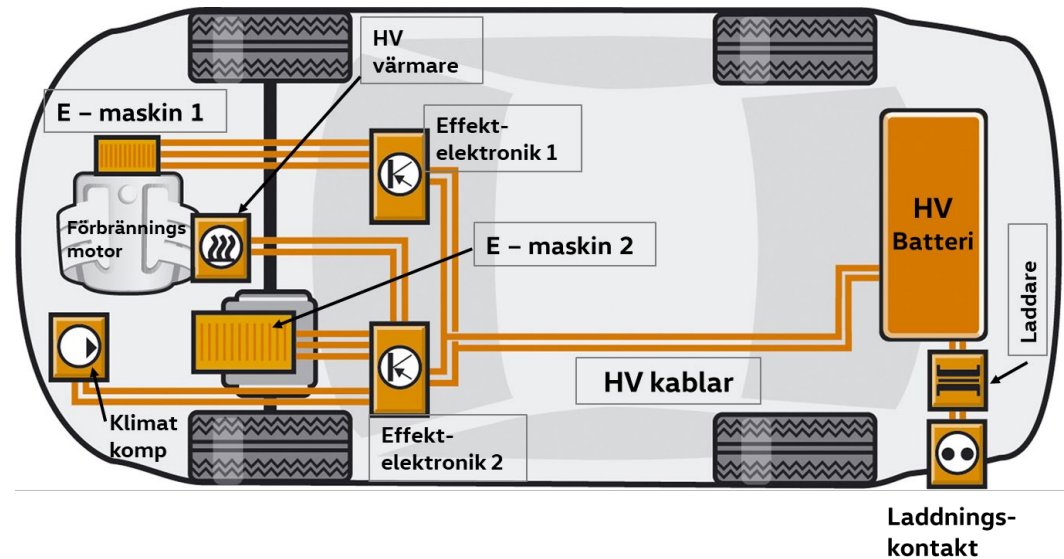
# EREV (Extended Range Battery Electric Vehicle)

Kallas också Range Extended Electrical Vehicle, REEV, eller **seriehybrid**.

Räckviddsförlängaren brukas som en elbil, där elmotorn står för framdriften.

En förbränningsmotor är monterad enbart för laddning av högvoltsbatteriet via en e-maskin. Detta är för att förlänga räckvidden vid behov. Man kan se det som att ha ett elverk med sig i bilen.

Namnet seriehybrid talar om att förbränningsmotorn laddar batteriet som i sin tur ger energi till eldriften.





# MHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle)

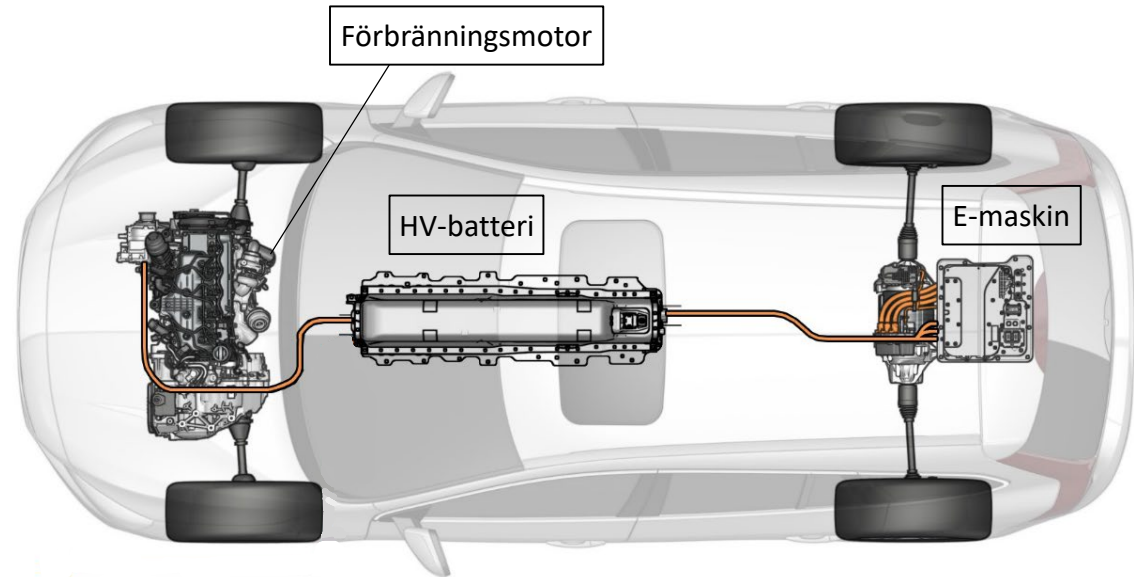
Mildhybriden kallas också för Battery-assisted Hybrid Vehicles, BAHV.

Mildhybriden är liksom fullhybriden en **parallellhybrid**. Det innebär att både förbränningsmotorn och e-maskinen driver hjulaxlarna, till skillnad från seriehybriden.

Mildhybriden skiljer sig från fullhybriden med ett mindre batteri och en enklare konstruktion.

Bilen klarar sig i princip inte enbart på eldrift. E-maskinen används istället för att öka motorstyrkan utan extra bränsleförbrukning.

Batteriet laddas under drift av förbränningsmotorn genom e-maskinen.







# Drivkoncept elektriska fordon

	Microhybrid	Mildhybrid	Fullhybrid	Plug-in-hybrid	Elbil
Motorkoncept	Förbränningsmotor				
		E-maskin			
				Extern laddmöjlighet	
Spänning	12V	40 - 130V	200 - 270V	300 - 400V	300 – 400V
Effekt e-maskin	3kW	10 – 15kW	20 – 50kW	60 – 70kW	60 – 400kW eller mer
Räckvidd på el			Ca. 2 – 3km	Ca. 40km	> 100km
Elektrisk boost		< 15kW	>15kW	> 60kW	
Regenerativ bromsning	ja	ja	ja	ja	ja
Start - Stop	ja	ja	ja	ja	

# Varför används högvoltsbatterier?

Med effektlagen  $P=U \cdot I$  kan vi räkna ut hur stor strömmen blir vid effekten 50kW, både vid drift och vid laddning:

$$50\,000\text{W} / 400\text{V} \approx 125\text{A}$$

$$50\,000\text{W} / 24\text{V} \approx 2083\text{A}$$

$$50\,000\text{W} / 12\text{V} \approx 4167\text{A}$$

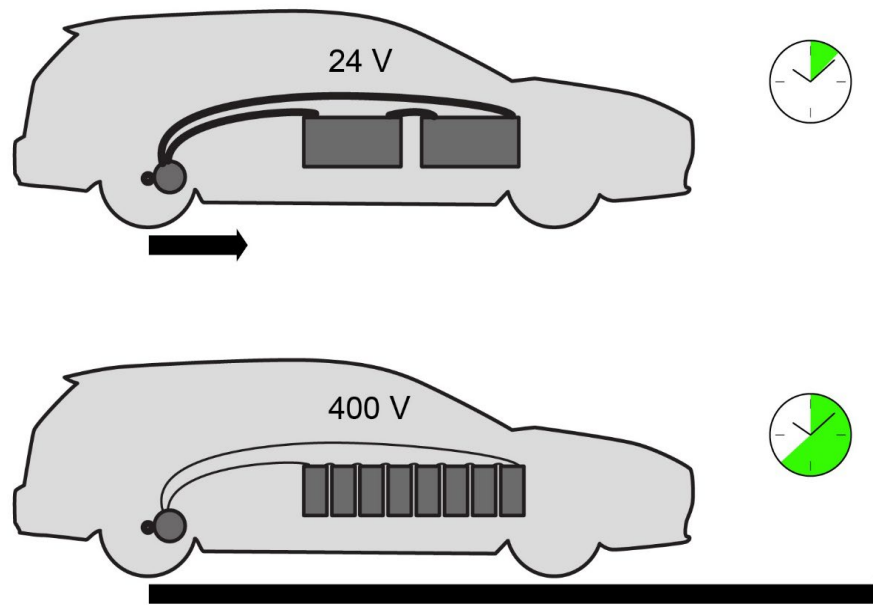
Strömmar på tusentals ampere är mycket svåra att hantera och skulle kräva mycket tjocka kablar.



# Varför används högvoltsbatterier?

Med samma kabeldimension kan mer effekt överföras (mer energi per sekund) om spänningen är högre.

Högvoltsbatterier ger därför kortare laddtid, eller längre drifttid på samma laddtid. Det ger också möjlighet till högre motoreffekt om kablarna är av samma dimension.



# Arbetsuppgifter

1. Beskriv skillnaden mellan en elbil (BEV), en fullhybrid (HEV) och en pluginhybrid (PHEV).
2. Beskriv skillnaden mellan seriehybrid och en parallellhybrid.
3. Vad skiljer en mildhybrid från en fullhybrid?
4. Varför används högvoltsbatterier?

# Lagar & ansvar

I Sverige regleras elsäkerhet av arbetsmiljölagen men också av ellagstiftningen, men för elektrifierade fordon är lagstiftningen oklar. Flera av lagkraven inom elsäkerhetsområdet är direkt undantagna från elfordon.

Klart är att elsäkerhetsföreskrifter gäller för arbeten på starkströmsanläggningar och också för elektrifierade fordon enligt ELSÄK-FS2006:1 (står om undantag för flygplan och båtar men ej fordon). Klart är också att det elektriska behörighetskravet är undantaget elektrifierade fordon enligt ELSÄK-FS 2013:1. Samma lagstiftning gäller också i de flesta europeiska länder.

Det innebär att en person inte behöver ha allmän installationsbehörighet för att få arbeta med elektrifierade fordon med spänningsnivåer över 60V DC (likspänning). Men det finns ett arbetsmiljöansvar för arbetsgivaren enligt arbetsmiljölagen i Sverige och det Europeiska arbetsmiljödirektivet.

## **Det innebär att arbetsgivaren är skyldig att:**

- Informera anställda om farorna med arbeten på elektrifierade fordon.
- Utbilda anställda så att de kan arbeta säkert med elektrifierade fordon.
- Vidta åtgärder för att upprätthålla en hög säkerhet för alla som deltar i arbetet med elektrifierade fordon. (Det innebär att det skall finnas regler, rutiner, verktyg och utrustningar som är avsedda för denna typ av arbeten).

# Lagar & ansvar

## Standarder och föreskrifter för säker hantering av fordon med HV-system.

I stort omfattas fordon med HV-system av:

- Biltillverkarens grundläggande regler. Reglerna bygger på regelverk om elsäkerhet vid yrkesmässig verksamhet.
- EN 50110-1 = Europastandard som också gäller som Svensk standard.
- DIN/VDE 0105 DIN = Tysk industriell standard (VDE = föreningen för tyska Electrical Engineers).
- Elsäkerhetsverkets föreskrift ELSÄK-FS 2006:1.
- Arbetsmiljöverket
- Branschpraxis – säker hantering av fordon med högvoltssystem, från BIL Sweden.

# Uppgifter & ansvar

- **EIP, Elektriskt Informerad Person.** Jobbar på uppdrag av HVT. Har genomgått webbaserad utbildning. Ska ha allmän kännedom om HV-fordon genom en säkerhetsutbildning om olika drivkoncept, körförhållanden, och komponenter i HV-systemet. En EIP får utföra mekaniska arbeten i ett spänningslöst HV-system och måste då ha kännedom om varningsskyltar och vad dessa innebär.
- **HVT, Högvoltstekniker (Elarbetsansvarig).** Certifierad omkoppling, isolationsmätning, klassning av HV-fordon. En HVT måste kunna känna igen potentiella faror och bedöma dem. Kunskaperna gäller tex skyddsåtgärder och anordningar för säker hantering, konstruktion och funktion om systemet, samt att skapa spänningsfrihet så även andra kan andra kan arbeta säkert. HVT måste bekräfta anvisningen skriftligen och har även befogenhet att instruera andra anställda.
- **HVE, Högvoltsexpert.** Frånkoppling av högvolt med alla möjliga medel. Jobbar med ”varningsklassade fordon”. Reparation av HV-batterier. Ska ha ovanstående som EIP och HVT men också en ytterligt hög kunskap. Genom ingående specialistkunskaper och de specialverktyg som denna person förfogar över kommer HVE in med sin specialistroll när inte längre en HVT bedömer ett HV-fordon säkert.

# Uppgifter & ansvar för HVT

## När skall en HVT ingripa?

Enligt arbetsmiljölagen skall en arbetstagare alltid underrätta sin chef eller skyddsombud om han finner att arbetet innebär omedelbar och allvarlig fara för liv eller hälsa. Man skall också meddela chefen brister i arbetsmiljön. Skyddsombudet har rätt att avbryta andras arbete. Om det är en påtaglig risk för ohälsa eller olycksfall måste arbetsgivaren se till att det bara är EIP som får arbeta med de bilarna.

## Vad händer om man inte gör sitt jobb?

Om det kan bevisas att skadan skedde pga att högvolt kvarstod och om domstolen bedömer att HVT hade tillräcklig utbildning, kompetens och möjlighet att säkerställa att högvolt inte kvarstod, så kan det innebära att domstolen bedömer att HVT inte vidtagit alla åtgärder som han skulle ha gjort. Det kan då bli ett straffansvar för HVT.



# Grupparbete

## Grupparbete 3 grupper.

1. Var hittar jag informationen?
2. Vad får en HVT göra?
3. Vad får en HVE göra?
4. Vem bär ansvaret?

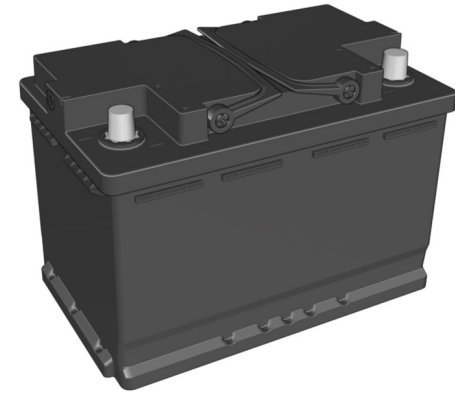
# Blybatteri, blyackumulator

Blybatterier används för drivning av truckar och produkter som inte kräver så mycket energi. De är inte lämpade för drivning av fordon som personbilar eftersom de skulle bli för stora då.

Blybatterier klarar tuffa krav på behandling både fysiskt och när det gäller laddning och urladdning. Som startbatteri och reservkraftsbatteri är blybatteriet ytterst lämpat. Tillverkningskostnaderna är relativt låga.

Ett 12 volt-batteri består av sex 2V-celler kopplade i serie med varandra. Spänningen mellan batteripolerna blir då 12V. Cellerna är nedsänkta i ett kärl med en elektrolyt, ofta kallad batterisyra.

I cellerna sker en kemisk reaktion mellan de positiva och negativa elektroderna och elektrolyten, och elektrisk energi alstras. Om de positiva och negativa polerna på batteriet kopplas ihop så att en sluten krets erhålls, flyter en ström genom kretsen.



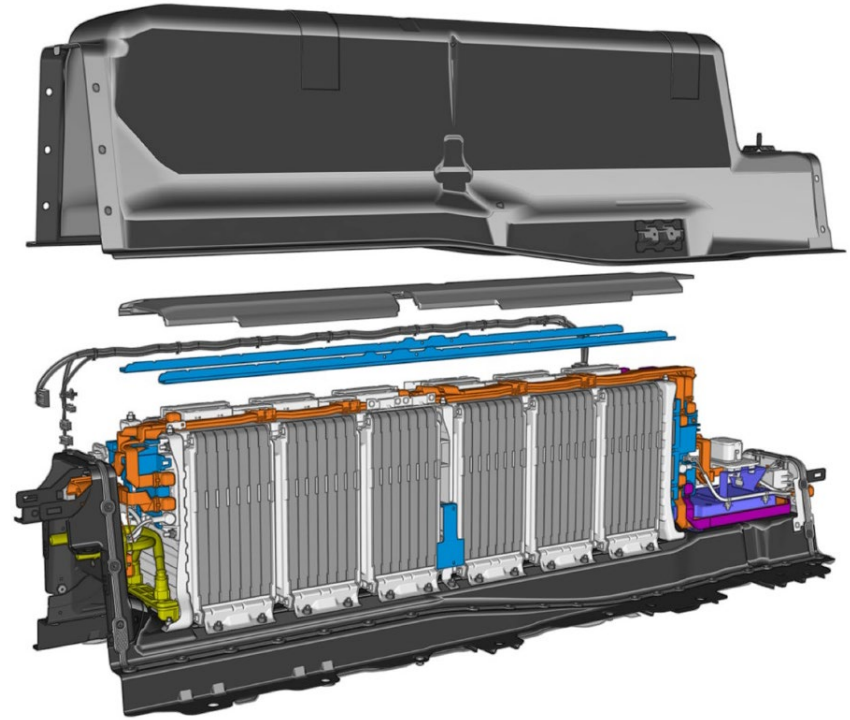
# Litiumjonbatteri

Litiumjonbatterier används för en mängd olika produkter som t ex bärbara datorer, telefoner, elverktyg och elektriskt drivna bilar.

Litiumjonbatterier är bra på att lagra energi. Ett litiumjonbatteri som väger 1 kg kan lagra ca 150Wh, ett nickel-hybrid-batteri 100Wh och ett blybatteri ca 25Wh. De kan också laddas utan att först behöva vara helt urladdade. För en elbil är det en viktig egenskap.

Självurladdningen är jämfört med andra batterityper låg. Endast ca 5% per månad går förlorad.

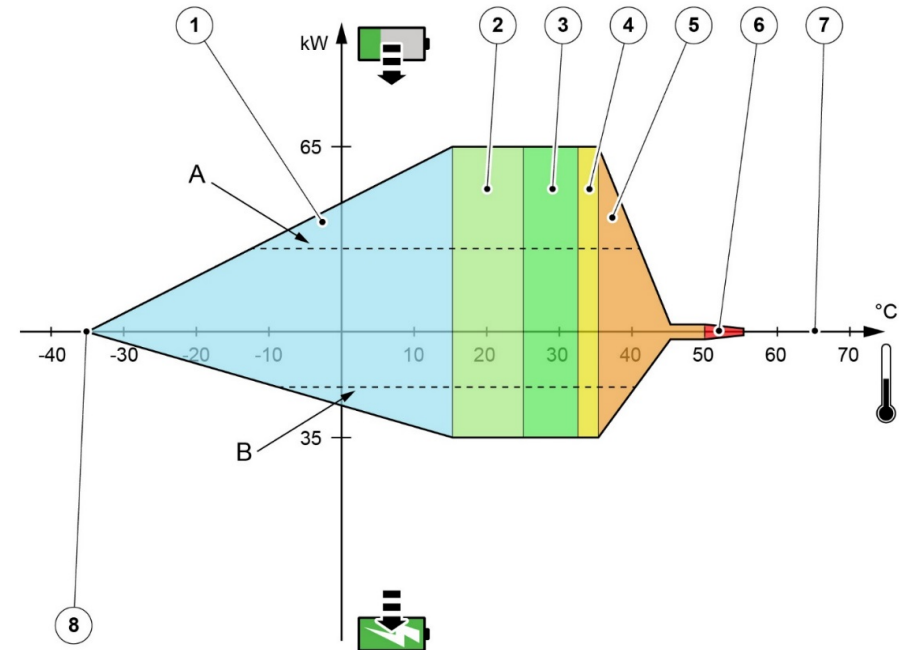
Dessutom kan litiumjonbatterier laddas upp till flera tusen laddtillfällen (cykler). För en elbil som brukas "normalt" motsvarar det en livslängd för batteripaketet på ca 15 år.



# Litiumjonbatteri

Likt blybatteriet består litiumjon-batteriets celler av två från varandra isolerade elektroder inneslutna i ett kärl fyllt med en elektrolyt. Varje cell har vanligen en spänning på ca 4V. Genom att koppla cellerna i serie uppnås den spänning en produkt kräver. För en elbil som kräver spänningen 400V för att driva motorn krävs att upp emot 100 celler kopplas i serie förett "batteripack".

För att vara som mest effektiva ska cellernas temperatur vara mellan ca +20°C och +35°C och spänningen vara mellan ca 2,8V – 4,1V, ganska snäva toleranser. För batterier i "stora installationer" tex elbilar, krävs därför att varje cell övervakas med avseende på både temperatur, spänning och även strömförbrukning, både vid drift (urladdning) och laddning. Beroende på installation finns olika strategier för att hålla temperatur, spänning och strömförbrukning inom de givna toleranserna.



1	-35°C till +15°C	2	+15°C till +25°C
3	+25°C till +32°C	4	+32°C till +35°C
5	+35°C till +50°C	6	+50°C till +55°C
7	Temperaturaxel och nollaxel för effektuttag och effektintag	8	Gränsvärde -35°C
A	Maximalt kontinuerligt effektuttag (drift)	B	Maximalt kontinuerligt effektintag (laddning)

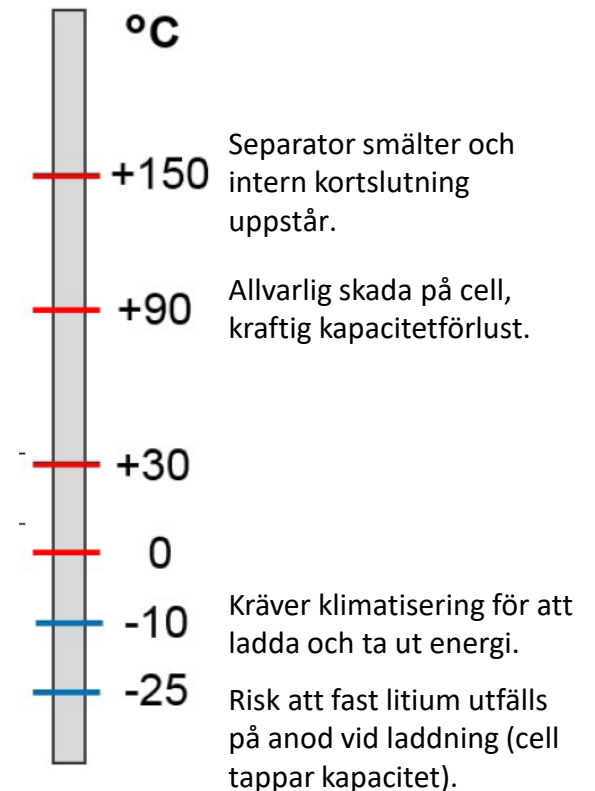
# Säkerhet litiumceller/batterier

Batterier med litiumceller är den vanligaste batteritypen för konsumentprodukter (smartphones, PC, läsplattor etc), och elfordon. Tillverkningen kräver hög renhet, men ibland uppstår fel som kan leda till så kallat cellhaveri. Resultatet är överhettning, brand eller explosion. Litiumbatterier klassas därför som farligt gods.

Cellhaveri kan uppstå genom inre kortslutning eller yttre kortslutning. Inre kortslutning beror oftast på tillverkningsfel.

## Åtgärder vid brand eller överhettning:

- Transportera batteriet till en säker plats utomhus och låt det brinna upp. Är det inte möjligt ska batteriet kylas med rikliga mängder vatten.
- Litiumceller innehåller 3-5 gånger mer energi (kemisk) än det kan lagra elektriskt. Litiumceller är mycket svåra att släcka då de själv producerar syre till branden.
- Vanliga pulver- eller skumsläckare kan användas vid brand i små batterier men rekommendationen är att använda rikligt med vatten vid släckningsarbetet.



*Normal arbetstemperatur är 25-32°C*

# Arbetsuppgifter

1. Ett blybatteri och ett litiumjonbatteri har lika stor kapacitet. Vilket av batterierna har störst vikt och störst volym?
2. Varje cell i ett litiumjonbatteri har en spänning på ca 4V. Hur åstadkommer man den höga spänningen i ett elbilsbatteri?
3. Vad ska man göra om ett litiumjonbatteri blir överhettat och börjar brinna?

# Hur kan jag identifiera högvoltskomponenter i en bil?

Det finns flera skyltar runt om och i bilen som påvisar högvolt.

Dessa påvisar fara genom elektrisk ström som finns på detta fordon.

- Gult och svart avspärrningsband
- Varningsskyltar och förbudsskyltar runt om bilen
- Varningsetiketter och förbudsetiketter på komponenter i fordonet
- Orange kablar och komponenter



# Högvolt säkerhet

## Signalfärg

Samtliga högvoltsledningar är märkta med en orange signalfärg.

## Varningssymboler

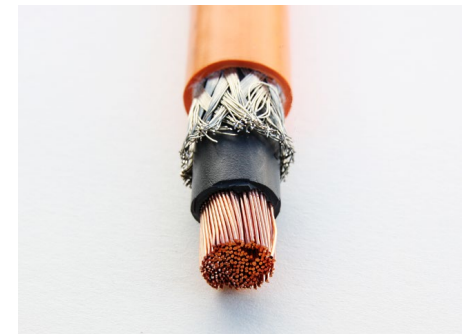
Alla enheter anslutna till högvoltsdelen är märkta med varningssymboler.

## Skärmade kablar

Högvoltskablarna är skärmade för elektriskt och mekaniskt skydd.

Vid mekaniskt slitage mellan högvoltsledning och kaross kommer ledaren först att komma i kontakt med skärmningen, vilket får isolationsövervakningen att reagera.

Vid mekaniskt slitage mellan högvoltsledning och 12V-ledning kommer 12V-ledning först i kontakt med högvoltsledningens skärm, vilket föranleder att 12V-systemets säkring löser ut och skyddar det från att spänningsättas av högvoltssystemet.





# Högvolt säkerhet

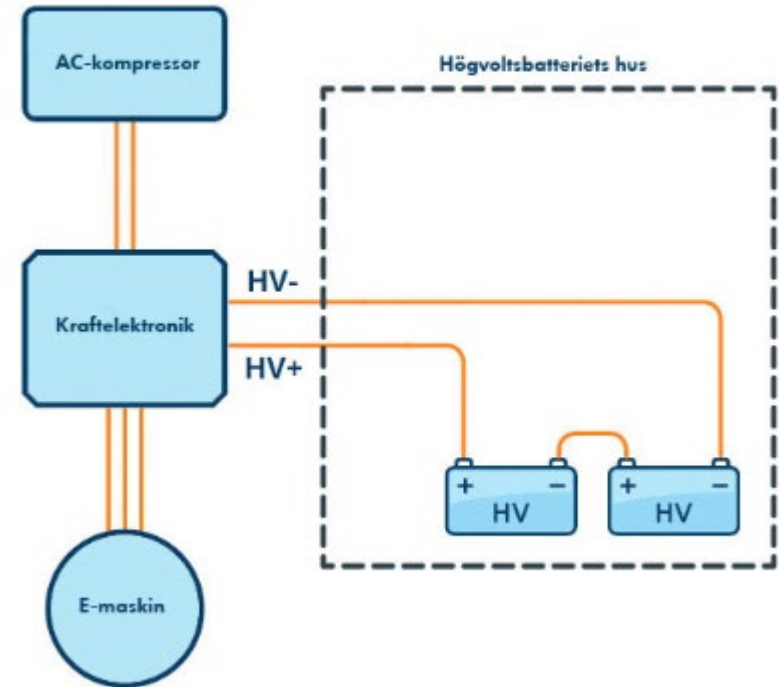
Högvoltssystemet på fordon består av ett flertal olika komponenter.

Generellt så är dessa:

- HV batteri
- Kraftelektronik
- E-maskin
- AC kompressor
- Värmare
- Laddare

För alla som jobbar med och runt dessa fordon, så har ett antal säkerhetsåtgärder vidtagits.

Dessa har alla en gemensam uppgift, att frångkoppla högvoltsbatteriet från resten av fordonet. Detta betyder att resten av bilen är frångkopplad från batteriet.



# Enledarsystem jämfört med tvåledarsystem

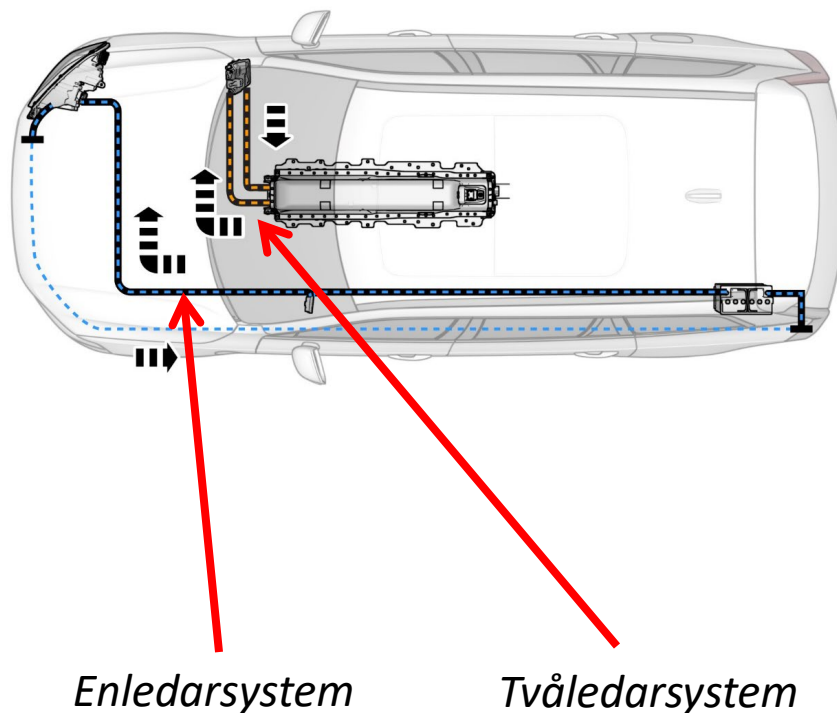
## Enledarsystem

Bilens 12V-system är ett enledarsystem. Med det menas att de flesta 12V-komponenter är anslutna till 12V-batteriets pluspol genom *en* ledning. Det kan t.ex. vara en lampa.

För att lampan ska lysa krävs att en strömställare är sluten, samt att kretsen till batteriets minuspol är sluten. Det skulle kunna ske genom en separat ledning från varje komponent, vilket skulle resultera i en mängd ledningar och kopplingsstycken.

För att förenkla används istället bilens kaross som en gemensam ledare till batteriet. Det betyder att lampan på minussidan är ansluten till bilens kaross. Det kan vara genom en ledning som genom en skruv är ansluten till karossen, eller att lampans hus är fastskruvad till karossen.

Högvoltssystemet är istället ett **tvåledarsystem**.



# Enledarsystem jämfört med tvåledarsystem

## Tvåledarsystem

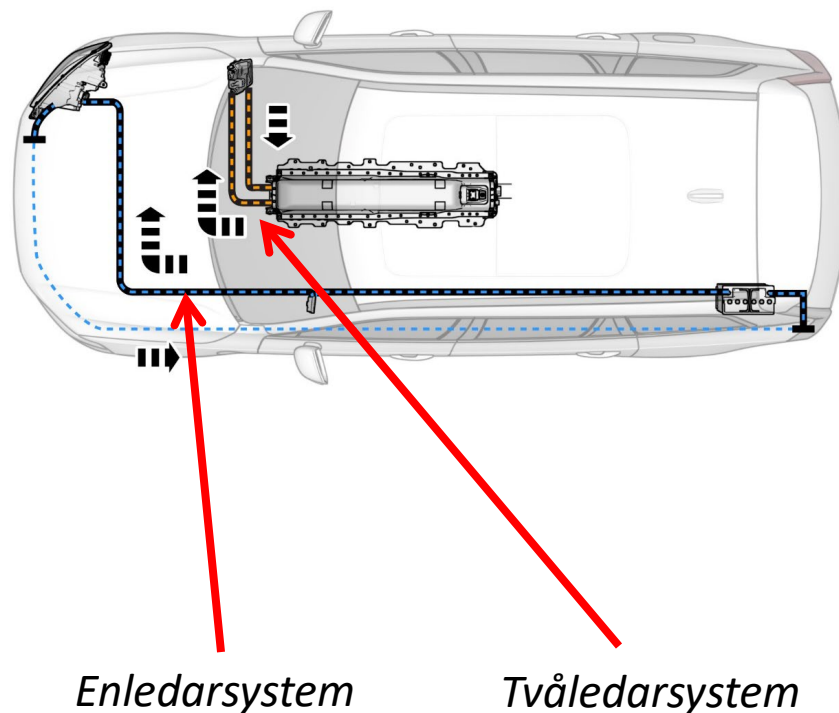
Varje komponent i högvoltssystemet som är ansluten till högvoltsbatteriet har en positiv och en negativ ledare ansluten till högvoltsbatteriets positiva respektive negativa pol.

Båda ledarna måste vara anslutna för att det ska bli en sluten krets.

Tvåledarsystemet är ett separerat system som förhindrar elchock om någon av plus- eller minuskablarna skadas och en person samtidigt tar i en skadad kabel och bilens kaross eller chassi. Det kallas skydd mot enkelfel.

För att elfara ska uppstå måste ett dubbelfel uppstå. Ett exempel på dubbelfel är då både plus- och minuskabeln anslutna till högvoltsbatteriet är felaktiga eller skadade.

Om någon person då vidrör båda dessa skadade kablar samtidigt kommer en strömgenomgång att ske, med elchock och personskada som följd.



# Funktionsprincip tvåledarsystem

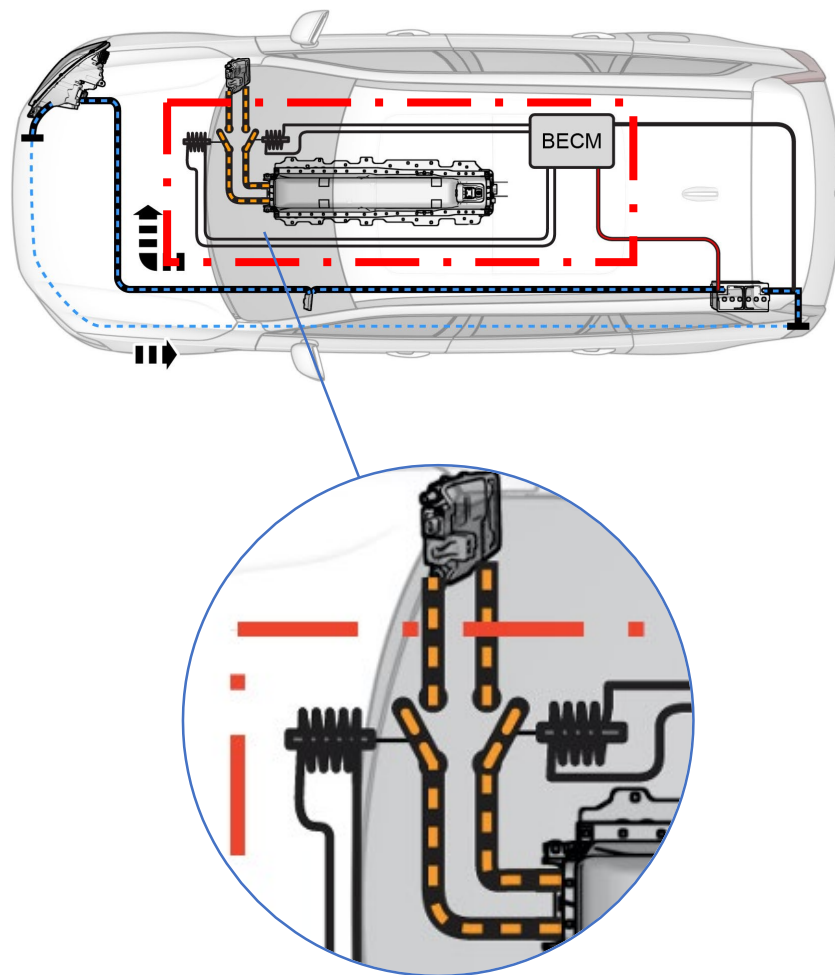
I högvoltsbatteriet finns en kontaktor (relä) för plussidan och en kontaktor för minussidan samt styrenheten **BECM (Battery Energy Control Module)**, även kallad **BMS (Battery Management System)** eller **BMU (Battery Management Unit)**.

När högvoltssystemet ska kopplas in och spänningssätta drivsystemet vid körning eller vid laddning av högvoltsbatteriet (då drivsystemet är frånkopplat) aktiveras kontaktorerna av styrenheten BECM.

För att ström ska flyta från högvoltsbatteriet till de anslutna komponenterna i högvoltssystemet krävs att båda reläerna är slutna, så att en sluten krets skapas.

I viloläge är kontaktorerna öppna.

Observera att alla högvoltskomponenter styrs genom funktioner som får sin spänning av 12V-systemet.

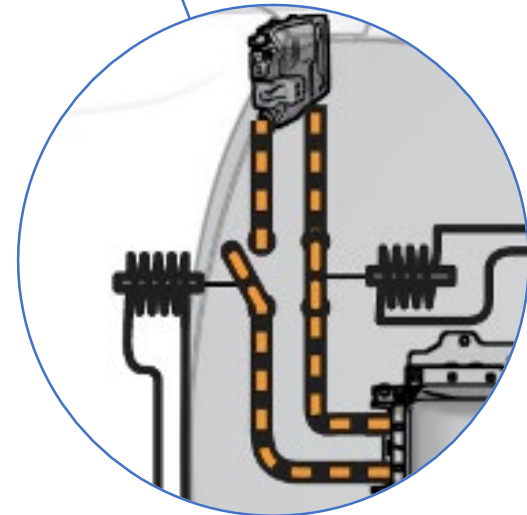
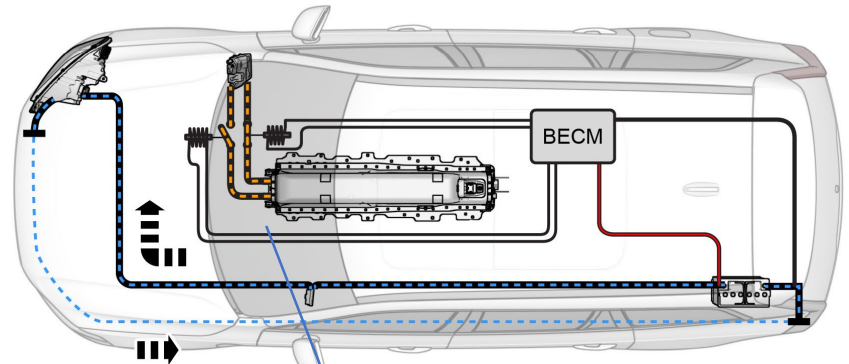


# Funktionsprincip tvåledarsystem

## Aktivering kontakter, inkoppling högvoltsbatteri

Först aktiverar BECM kontakten på högvoltsbatteriets minussida. Kretsen på högvoltssidan är fortfarande öppen, d v s ingen ström flyter från högvoltsbatteriet.

Aktiveringen sker genom att BECM styr de båda kontakterernas spolar individuellt i olika steg.



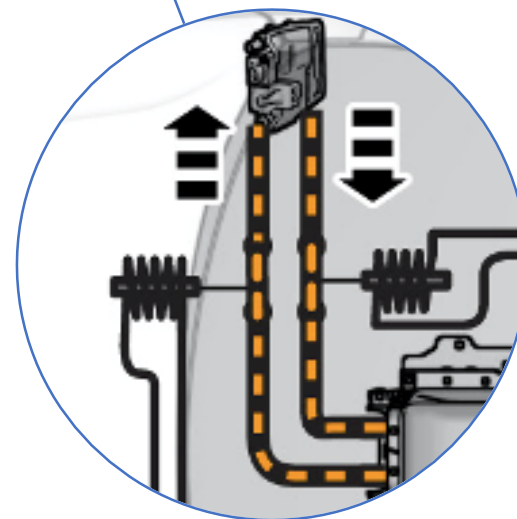
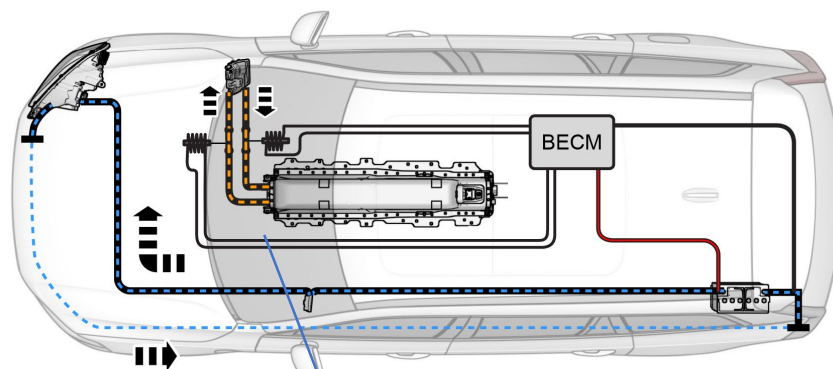
# Funktionsprincip tvåledarsystem

## Aktivering kontakter, inkoppling högvoltsbatteri

Nästa steg är att BECM aktiverar kontakten på högvoltsbatteriet plussida.

Nu är kretsen från högvoltsbatteriet sluten i och med att båda kontakterna är slutna.

Komponenterna i högvoltssystemet är nu spänningssatta och ström kan flyta genom dem om det behövs.

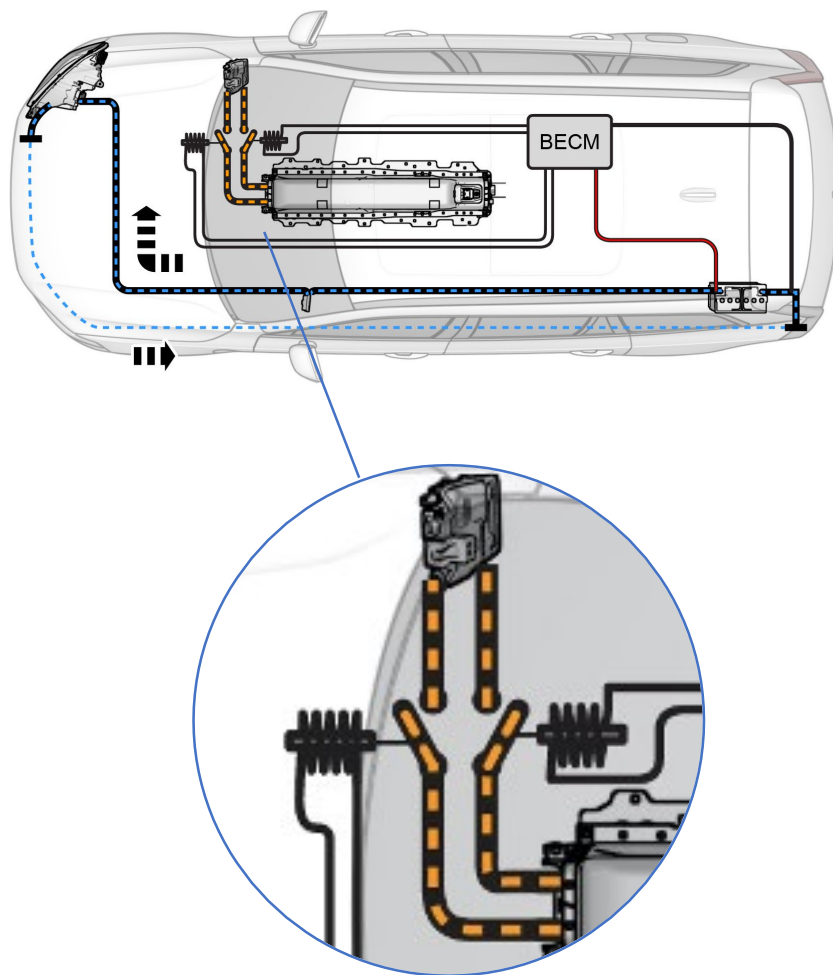


# Funktionsprincip tvåledarsystem

## Frånkoppling högvoltsbatteri

Då föraren tex skiftar användningsläge från *Körning* till *Inaktiv* (stänger av drivlinan) eller då högvoltsbatteriet har blivit fulladdat vid laddning ska högvoltsbatteriet kopplas ifrån.

Det sker genom att BECM avbryter spänningsmatningen till kontaktornas spolar varvid kontaktorerna öppnar (intar viloläge).



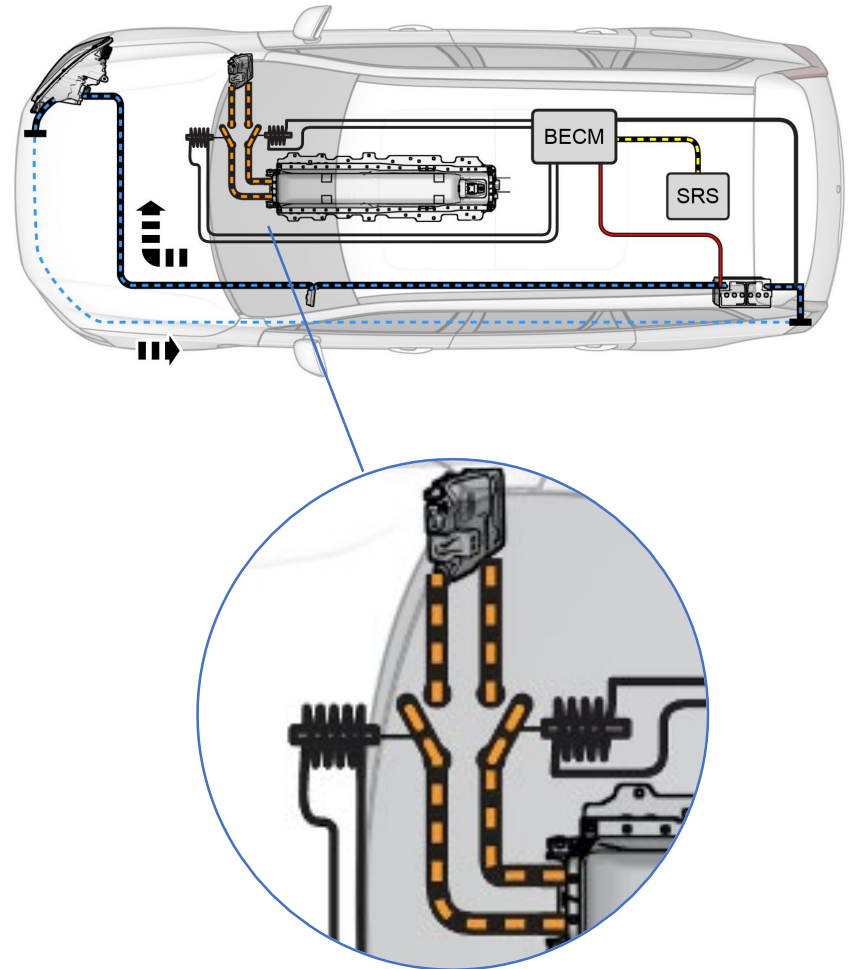
# Funktionsprincip tvåledarsystem

## Kollision

Vid en kollision skickar SRS-styrenheten ut en krocksignal som registreras av bland annat BECM.

BECM bryter kretsen till kontaktornas spolar, varvid kontaktorna intar viloläge.

Högvoltbatteriet är därmed frånkopplat, ingen ström kan flyta från högvoltbatteriet.





# Funktionsprincip tvåledarsystem

## Att tänka på vid frånkoppling av 12V-batteriet

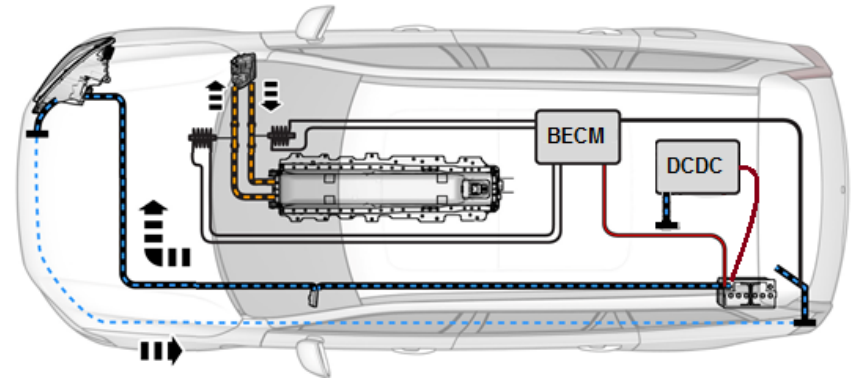
I högvoltssystemet ingår bl a komponenten DCDC (Direct Current to Direct Current).

DCDC har två huvuduppgifter:

- Omvandla högvoltsbatteriets 400V likström till 12V likström.
- Fungera som generator för 12V-systemet och ersätter därmed generatorn som drivs av förbränningsmotorn.

Observera att DCDC i vissa situationer kan fortsätta att spänningssätta 12V-systemet ett antal minuter även efter det att 12V-batteriets minuspol är frånkopplad.

Den innebär att även högvoltskomponenterna är spänningssatta på 12V-sidan.

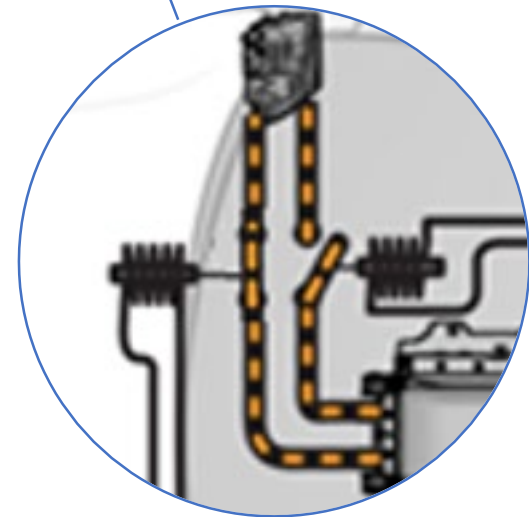
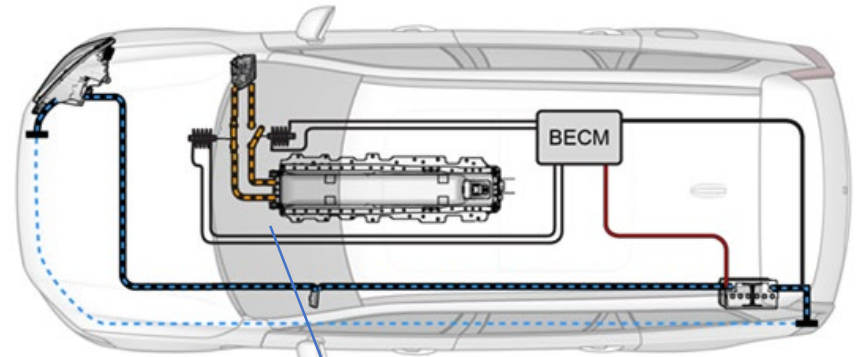


# Funktionsprincip tvåledarsystem

## Kontaktor fastnat i stängt läge

Skulle någon kontaktor fastna ("svetsat fast") i stängt läge kommer detta att registreras av BECM och resultera i en felkod.

Observera att då någon kontaktor står öppen kan inte högvoltsbatteriet leverera någon ström i och med att högvoltsbatteriets krets är bruten.



# Högvolt säkerhet – beröringsskydd och isolationsövervakning

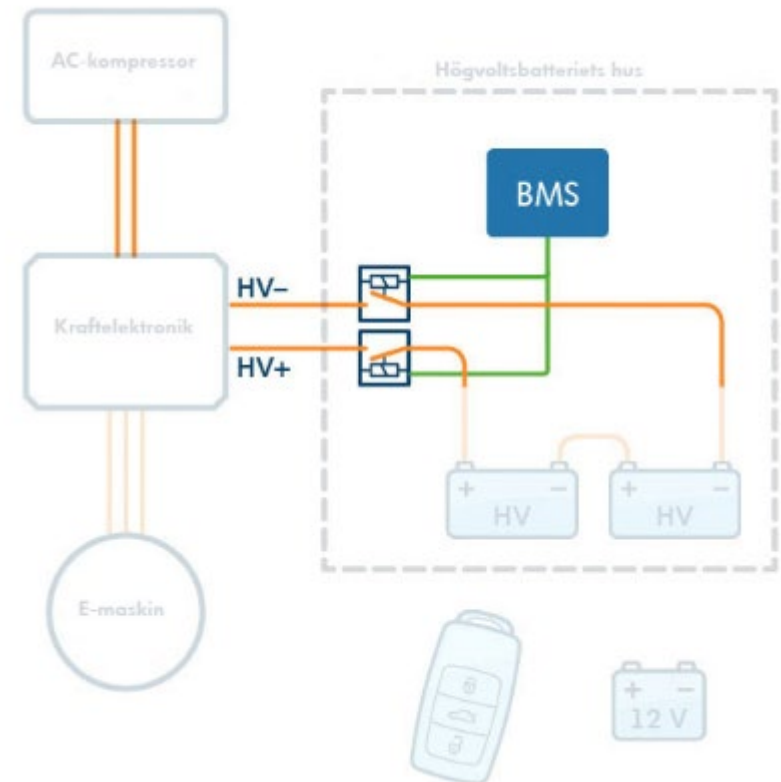
En viktig del av skyddskonceptet i högvoltssystem är beröringsskydden.

Beröringsskydd betyder att ingen kan komma i kontakt med en högvoltskomponent som fortfarande är inkopplad.

Den elektriska kretsen och alla dess kontaktytor har designats med ett beröringsskydd.

Till skillnad från 12-voltsbatteriet som har sina negativa pol ansluten till bilens kaross, så är högvoltssystemet ett slutet system. HV+ går direkt till HV- via HV-komponenterna.

Det är HV-batteriets styrning BMS som utför en kontroll av systemets isolation. I fall att ett isolationsfel skulle upptäckas kan BMS öppna kontaktorer i batteriet så att ingen ström kan flyta, alternativt tända en varningslampa, beroende på hur allvarligt felet är.



# Högvolt säkerhet – pilotledning (interlock)

Pilotledningen (även kallad *interlock*) är ytterligare en säkerhetsdetalj.

Den är utformad som en ringledning som går genom samtliga HV-komponenter.

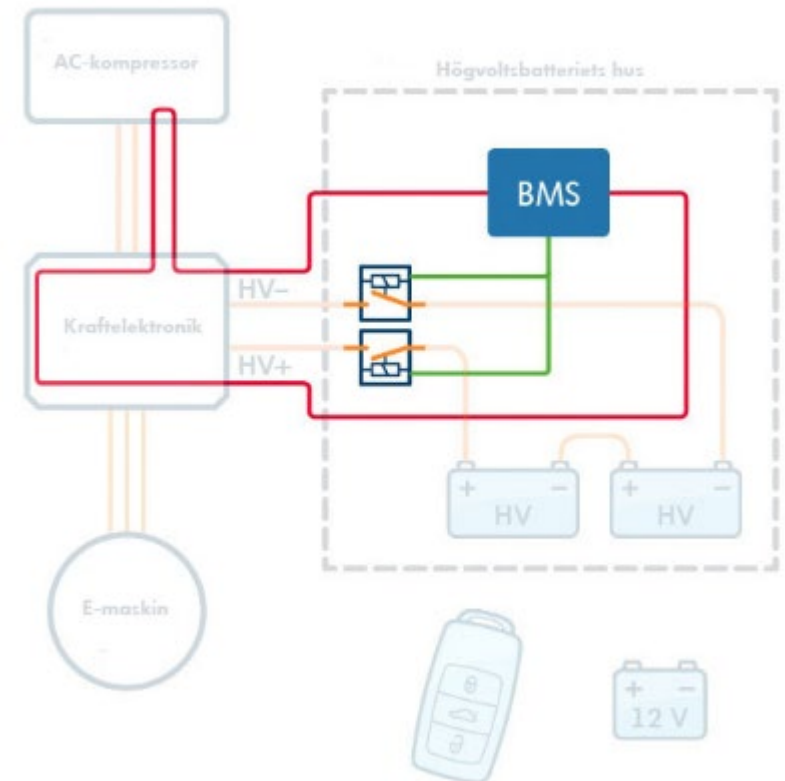
Om ledningen bryts, så kommer BMS att öppna HV-reläerna och frångkoppla hela högvoltssystemet.

Pilotledningens anslutning kan ses vid bland annat:

- Kontakten till AC-kompressorn
- Locket till kraftelektroniken
- Servicebrytaren

I flera bilmodeller så finns en strömbrytare som kan bryta pilotledningen.

Pilotledningen är strömförsörd via 12V-systemet.



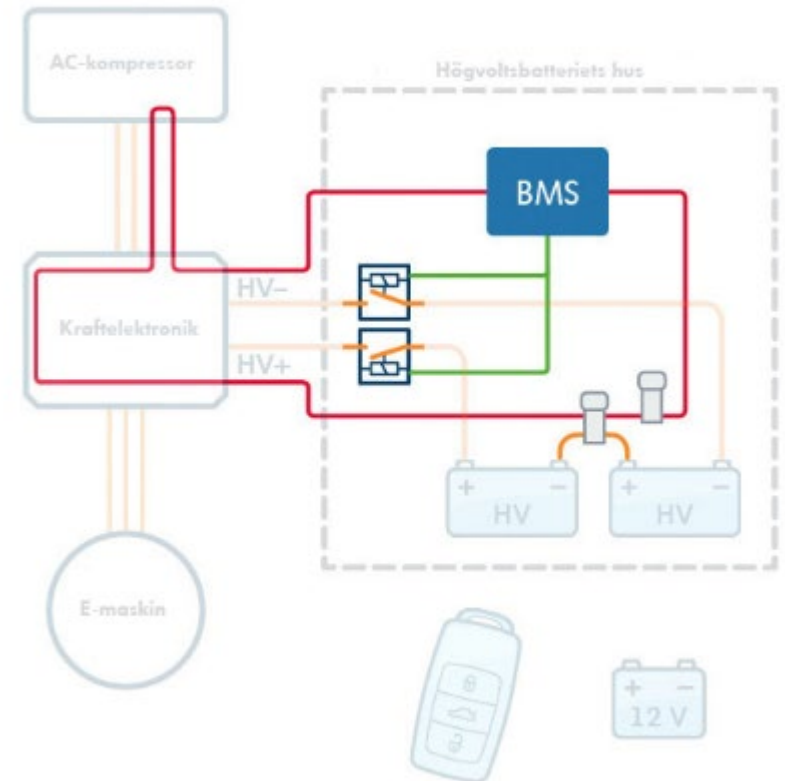
# Högvolt säkerhet – servicebrytare

Ett annat sätt att frångkoppla högvoltssystemet är servicebrytaren.

Man skiljer på **servicebrytare** och **säkerhetsbrytare**.

Servicebrytaren bryter enbart pilotledningen och regleringen till HV-reläerna så att dessa inte kan slutas.

Säkerhetsbrytaren bryter också pilotledningen, men man separerar även batterihalvorna så att någon potentialskillnad inte kan uppstå.



# Högvolt säkerhet - potentialutjämningskabel

Potentialutjämningskabeln är ett enkelt skydd som skall motverka elektrisk skada.

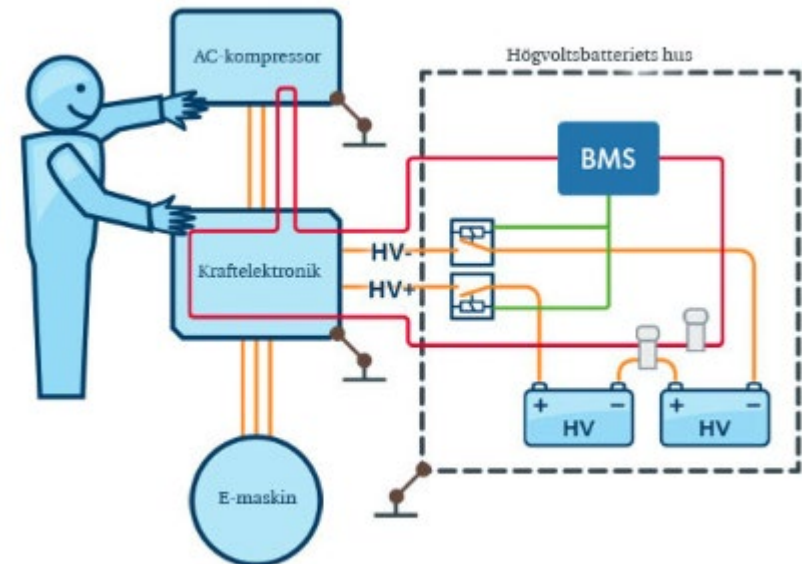
Den skapar en kontakt mellan HV-komponenternas höljen och bilens kaross.

Alla kablar för detta är grova och har ett brunt isoleringshölje.

Om en kortslutning uppstår mellan HV+/HV- och komponentens hölje på två olika komponenter, så uppstår en potentialskillnad mellan dessa komponenter.

Dock så är dessa komponenter "kortslutna" via potentialutjämningskabeln.

Detta gör att om en person vidrör dessa komponenter, så kommer man inte att bli elektrifierad.

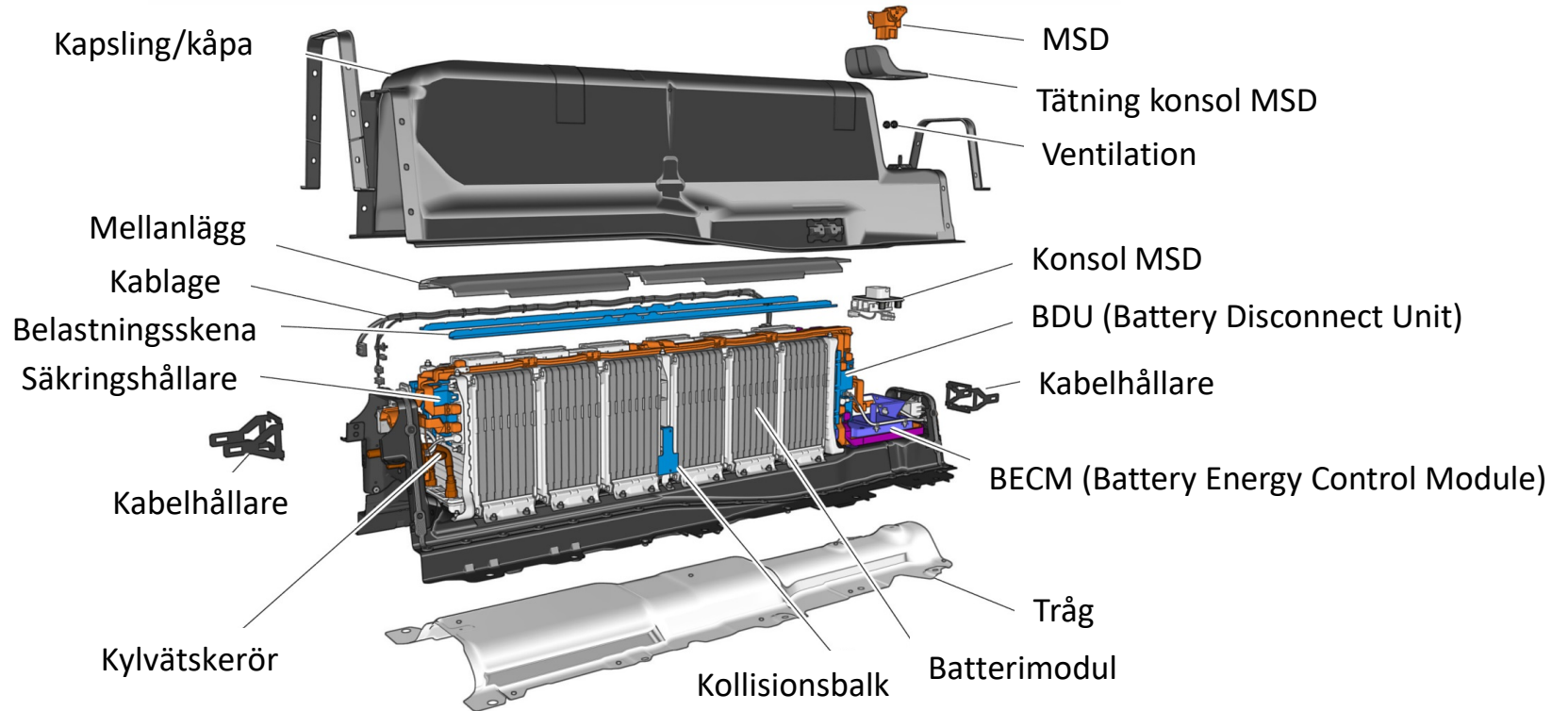


# Arbetsuppgifter

1. Beskriv skillnaden mellan ett enledarsystem och ett tvåledarsystem.
2. Vad har styrenheten BECM för funktion vid inkopplingen av ett högvoltssystem?
3. Vad har pilotledningen för funktion?
4. Beskriv skillnaden mellan servicebrytare och säkerhetsbrytare

# Högvoltsbatteri

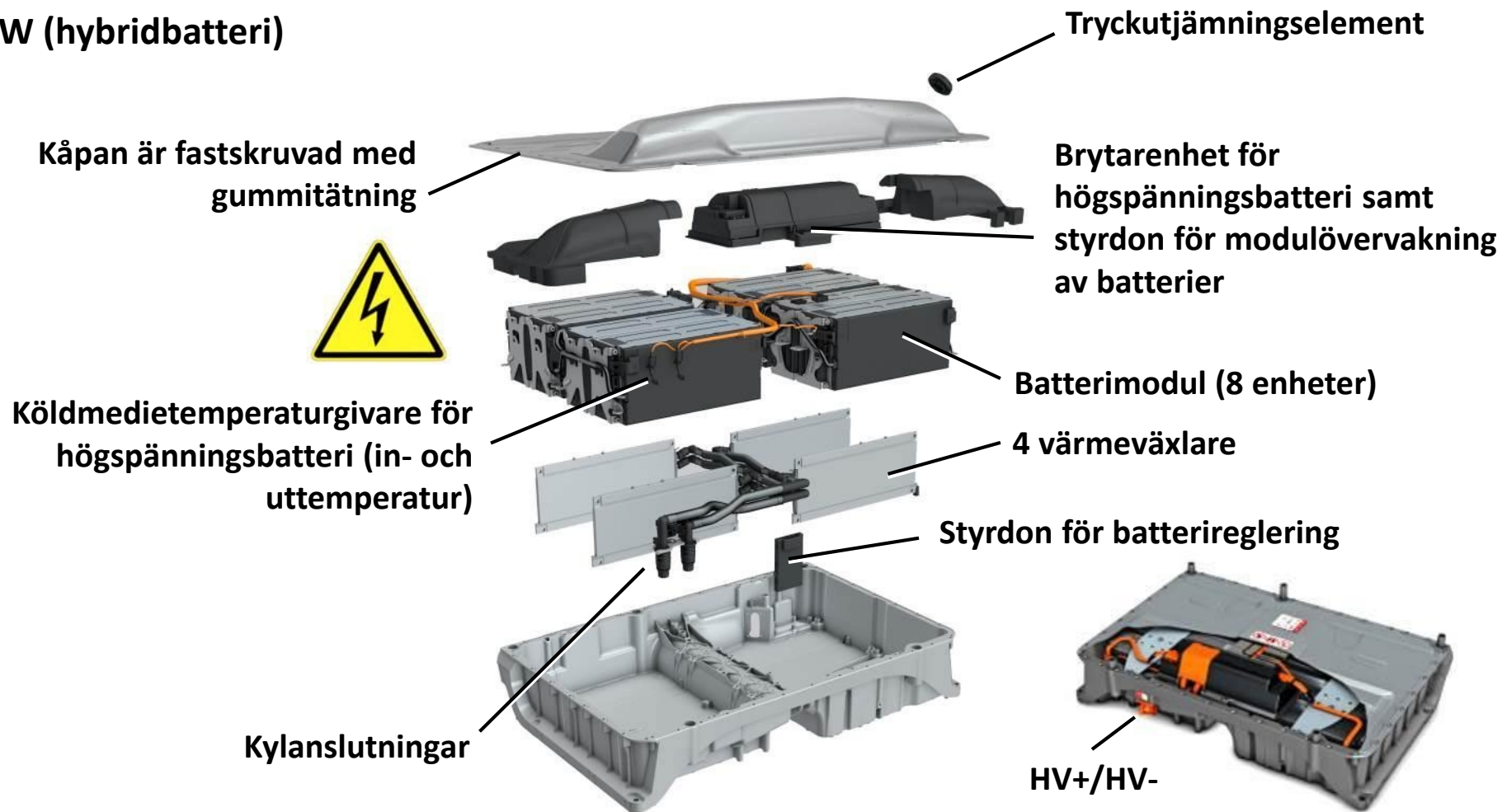
## Volvo (hybridbatteri)





# Högvoltsbatteri

## VW (hybridbatteri)



# Högvoltsbatteri

## Mercedes (elbilsbatteri)

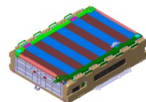




# Högvoltsbatteri

## KIA (elbilsbatteri)

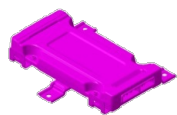
**Batterienhet (5 moduler)**  
 • 356 V /294 celler (3P98S) Litiumjonpolymer-batteri



**Säkerhetsplugg**  
 • Bryter batteriets krets och stänger av strömförsörjningen under service / reparation.



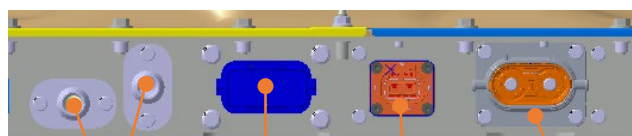
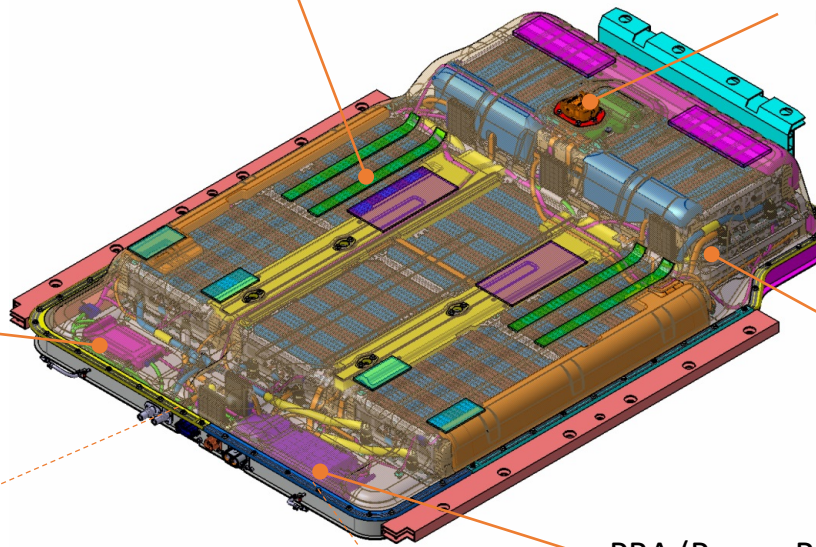
**BMU (Battery Management Unit)**  
 • Utför batterirelaterade kontroller och diagnostik.  
 • Åtkomst genom servicelucka i batteriets undre del.



**CMU (Cell Monitoring Unit)**  
 • Övervakar spänning / temperatur i batterimodulerna



**PRA (Power Relay Assembly)**  
 • Utför strömmätning.  
 • Styr kontaktorer HV +/-.



Kylvätska in/ut

12V/CAN-sigaler.

Batteri-värmare 3 kW.

Högvolt-anlutning.

### Kylsystem

• Aktivt kylsystem: Bibehåller maximal (kallt/varmt klimat) och minimerar batteritemperaturfluktuationen.

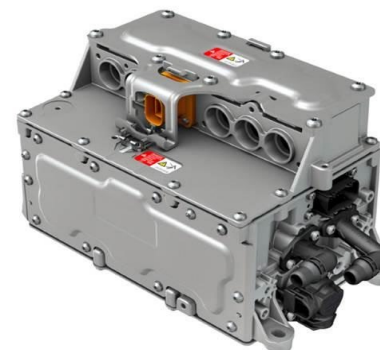
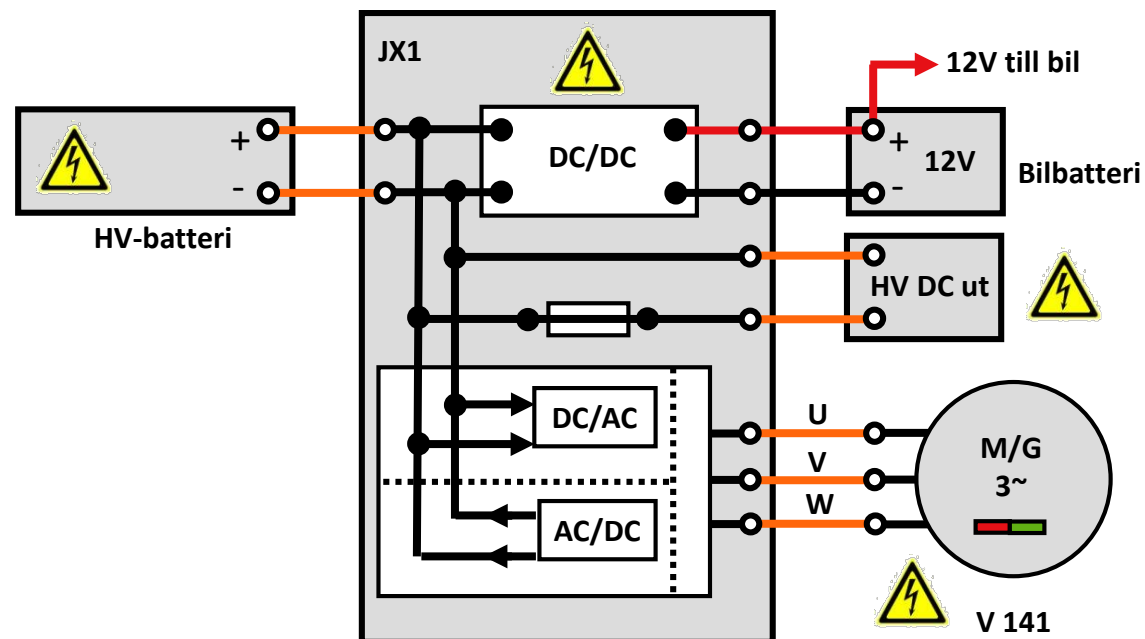
# Högvoltbatteri

	Elbilar			Hybridbilar						
	e-Golf OG	Kia Niro EV	Mercedes EQC		Golf GTE	Mercedes MFA-2	Subaru E-boxer	Volvo SPA XC90		
<b>Typ</b>	Li-ion	Li-ion	Li-ion		Li-ion	Li-ion	Li-ion	Li-ion		
<b>Vikt (kg)</b>	318	457	652		120	153		113		
<b>Spänning (V)</b>	323	356	408		345	420	118,4	398		
<b>Antal moduler</b>	27	5	6		8		2	6		
<b>Antal celler</b>	264	294	384		96	100	32	96		
<b>Cellspänning (V)</b>	3,7				3,6		3,7	3,7		
<b>Kapacitet (Ah)</b>	75	180	231		25	42	4,8	34		
<b>Energi (kWh)</b>	24,4	64	80		8,8	15,6	0.6	12		
<b>Kylning</b>	Luft	Vätskekyld	Vätskekyld/AC		Vätskekyld	Vätskekyld/AC	Luft	Vätskekyld		

# Kraftelektronik

## Kraftelektronik (VW):

- **DC/DC** = omvandlar likspänning från HV-batteriet till 12V likspänning för fordonets elsystem och för laddning av fordonets batteri.
- Den eldrivna luftkonditioneringens kompressor är ansluten till högvoltsbatteriet parallellt.
- **DC/AC** = omvandlar från likspänning växelspanning med hjälp av transistorer på faserna U, V, W, för drivning E-maskinen. E-maskinens varvtal regleras av frekvensen och momentet regleras av AC-strömmens styrka.
- **AC/DC** = omvandlar från växelspanning till likspänning för laddning av HV-batteriet.



# Startmotor/Generator

## CISG (Crankshaft Integrated Starter Generator) Volvo

CISG är en permanentmagnetiserad 270-430 V växelström synkronmotor, placerad mellan förbränningsmotorn och växellådan.

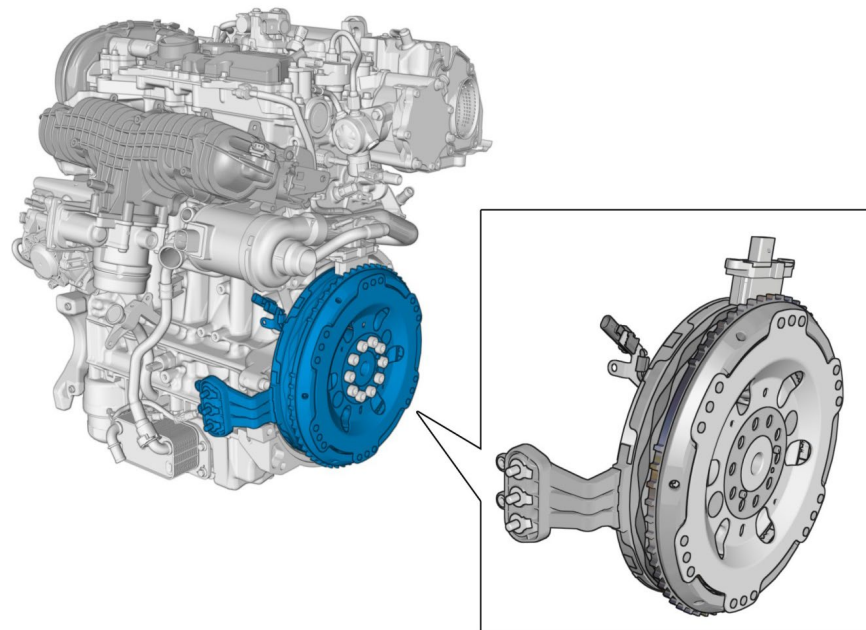
Synkronmotorns rotor är fastsatt på vevaxeln. CISG, vilken styrs av IGM (Inverter Generator Module)-delen i CIDD (Combined Inverter DCDC), har tre huvudfunktioner:

Agera startmotor för förbränningsmotorn.

Generera elektricitet för högvoltsbatteriet, ERAD (Electric Rear Axle Drive) och övriga strömförbrukare på högvoltsnätet.

Elektriskt effekttillskott till förbränningsmotorn.

Därutöver används även CISG för att komma upp i avgastemperatur i syfte att snabba på uppvärmning av katalysatorn.



Max effekt	34 kW
Max vridmoment	180 Nm
Max ström	285 A
Max varvtal	8000 rpm
Vikt	Ca 20 kg
Mått	Diameter:305 mm, bredd: 69 mm

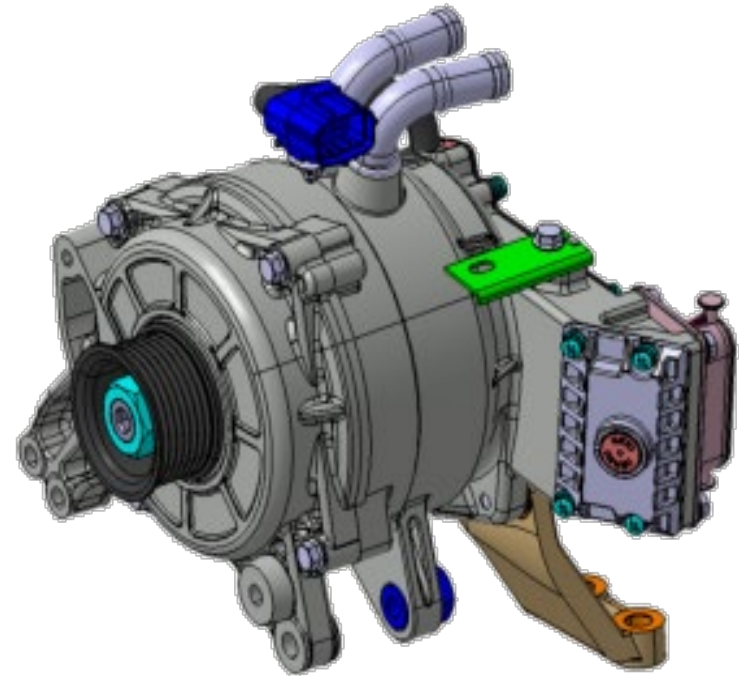
# HSG Hybrid Start/Generator

## HSG (Hybrid Start Generator) KIA.

HSG är en permanentmagnetiserad växelströms synkronmotor, placerad som en "vanlig" 12V generator på HSG styrs av HPCU (Hybrid Power Control Unit)

1. Agerar startmotor för ICE .
2. Vid elmotordrift och inkoppling av ICE ökar HSG varvtalet på ICE så att rätt varvtal uppnås för komfortabel anslutning av ICE och E-maskin.
3. Vid fullt effektuttag jobbar HSG, ICE och E-maskinen (E-maskin placerad mellan ICE och växellåda).
4. Regenerande retardation ihop med E-maskinen.

**ICE= Internal Combustion Engine**



Max output	8.5 kW, 1870 - 12000 rpm
Max vridmoment	43.2 N.m
Spänning	270 V AC.
Max varvtal	15000 rpm
Kylsystem	Vätskekyld

# Elmotor

## ERAD (Electric Rear Axle Drive) Volvo

Elmotorn är sammanbyggd med växellåda och differential till en enhet (ERAD).

Effekt	60 kW
Vridmoment	240 Nm
Max ström	300 A
Maxvarv	13000 rpm
Olja	Syntetisk, specialanpassad transmissionsolja (Castrol BOT 448)
Vikt	49 kg
Mått	Diameter: 250 mm, längd: 330 mm

ERAD används till:

- Framdrivning vid enbart eldrift.
- Support vid stora effektuttag och vid AWD-drift.
- För att ladda batteriet vid bromsgenerering.
- För att skapa motorbromsliknande egenskaper vid gaspedalssläpp.





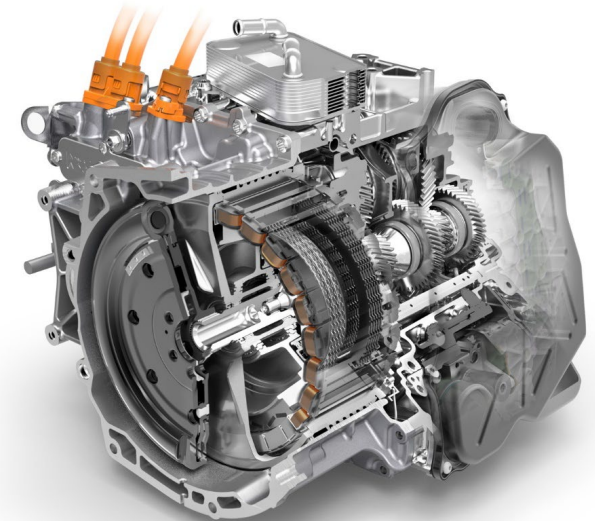
# Elmotor (synkron och asynkron)

## E-maskin (VW):

E-maskinen är antingen en synkron trefas växelströmsmotor VAC, vilket betyder att rotorn roterar synkront med statorns roterande magnetfält.

Den kan också vara av typen asynkron induktionsmotor, där spänning induceras i rotorn och ett magnetfält skapas som ej roterar synkront med det skapade magnetfältet i statorn.

Spänningen till e-maskinen är 3-fas VAC.



# Elmotor

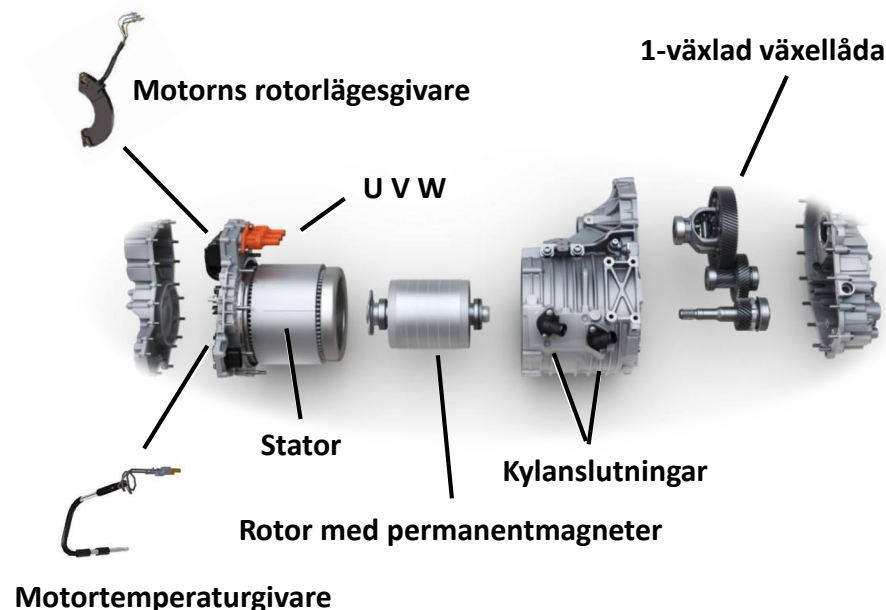
**E-maskinen** (VW) är en synkron maskin med trefasström. Här syns rotorn med permanenta magneter och statorn. Statorn aktiveras med en trefas-fyrkantssignal vid fasanslutningarna U, V och W.

För att säkerställa att statorns elektriska rotationsfält löper synkront med rotorns magneter behövs motorns rotorlägesgivare.

Motortemperaturgivaren är installerad i statorn. Givaren reglerar kylkretsen och övervakar statorns temperatur. När temperaturen är för hög reduceras motorns effektutmatning.

Motorns effektutmatning regleras av statorn via märkströmmen. Ändrad körriktning för bilen uppnår man genom att låta motorn rotera åt andra hållet.

Det behövs ingen manuell växellåda i ett elfordon.

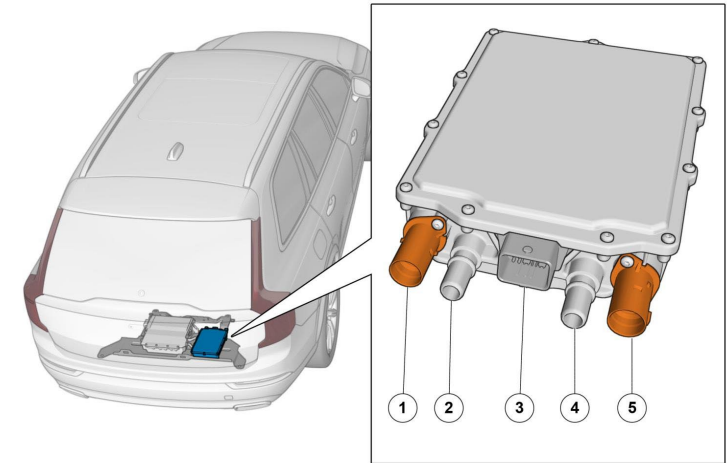


# Laddare och ladduttag

## OBC (On Board Charger) Volvo

OBC omvandlar 3-fas växelspänning från ladduttaget till högvolts likspänning för laddning av högvoltsbatteriet. OBC väger 3,8 kg och är placerad bakom bilens bakaxel.

OBC är enkelriktad, det innebär att ström endast kan gå från laddintaget till OBC. Ingen ström kan gå från högvoltsbatteriet till laddintaget.



1	Högvolt växelspänning	2	Kylning ut
3	Kommunikation, 12V	4	Kylning ut
5	Högvolt likspänning		

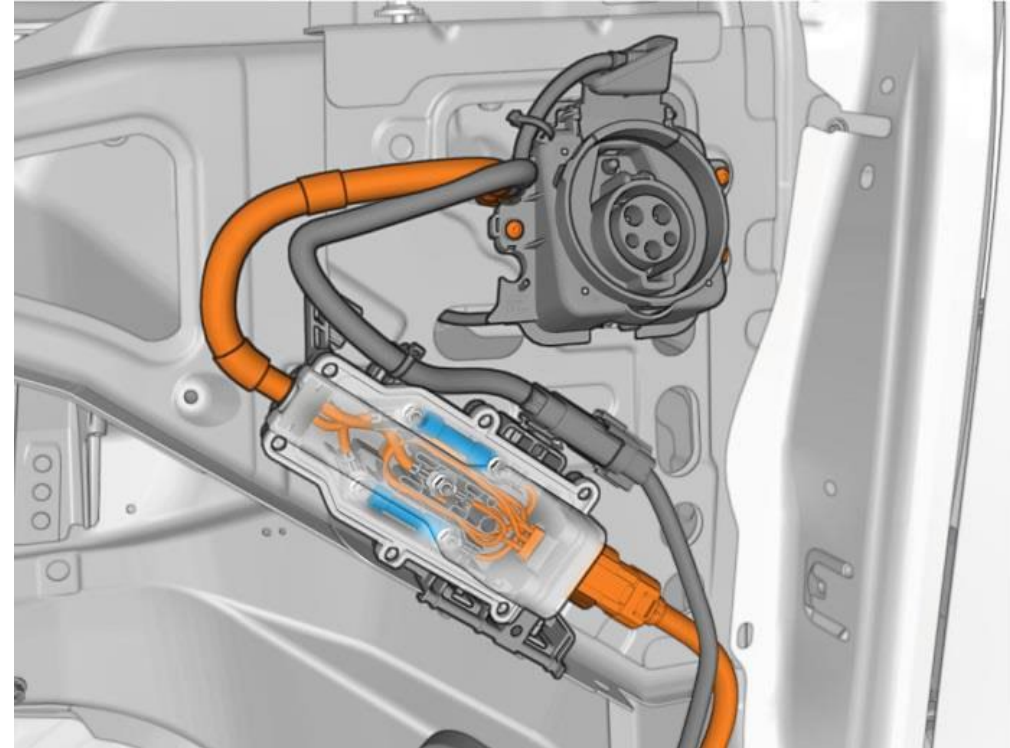
# Laddare och ladduttag

## Ladduttag, säkringar (Volvo)

Mellan ladduttaget och OBC är en säkringsbox, vid namn IFB (Inlet Fuse Box), placerad.

IFB innehåller två säkringar på vardera 20A. En säkring på neutral- och en på fas-ledaren. Dessa säkringar skyddar bilen från höga strömstyrkor vid felfunktion i kontrollboxen.

Ledningarna från uttaget till säkringen har arean  $6 \text{ mm}^2$  och från säkringen till OBC är ledningsarean  $2,5 \text{ mm}^2$ .



# Laddare och ladduttag

## Laddare med strömfördelare, VW

Laddningsenhet för högvoltsbatteri.

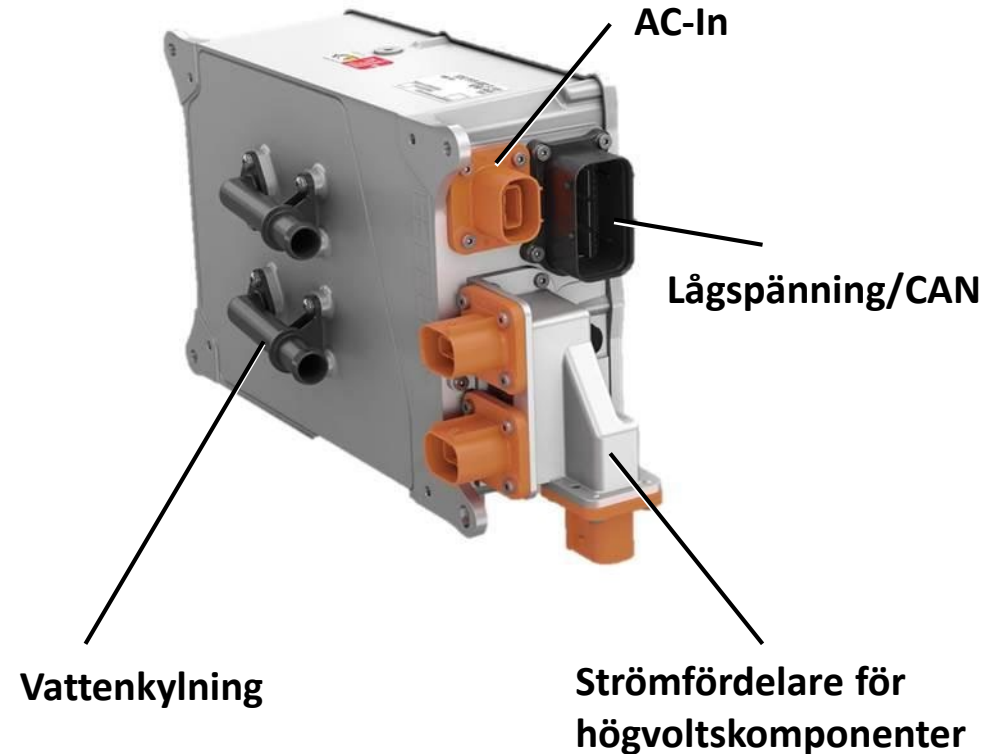
AC-In: ingång för laddningskabel/wallbox/laddstolpe med antingen 1, 2, eller 3 faser.

Spänningen i HV-batteriet matas in i strömfördelaren via effektelektroniken och fördelas sedan till den "elektriska luftkonditioneringskompressorn" och "högvoltskomponenterna".

Högvoltsanslutningarna är parallellkopplade i strömfördelaren.

Laddningsströmmen från passerar genom effekt- och styrelektroniken för eldrift till HV-batteriet.

Värmen som alstras av laddningsenheten kan användas för att värma upp kupén.



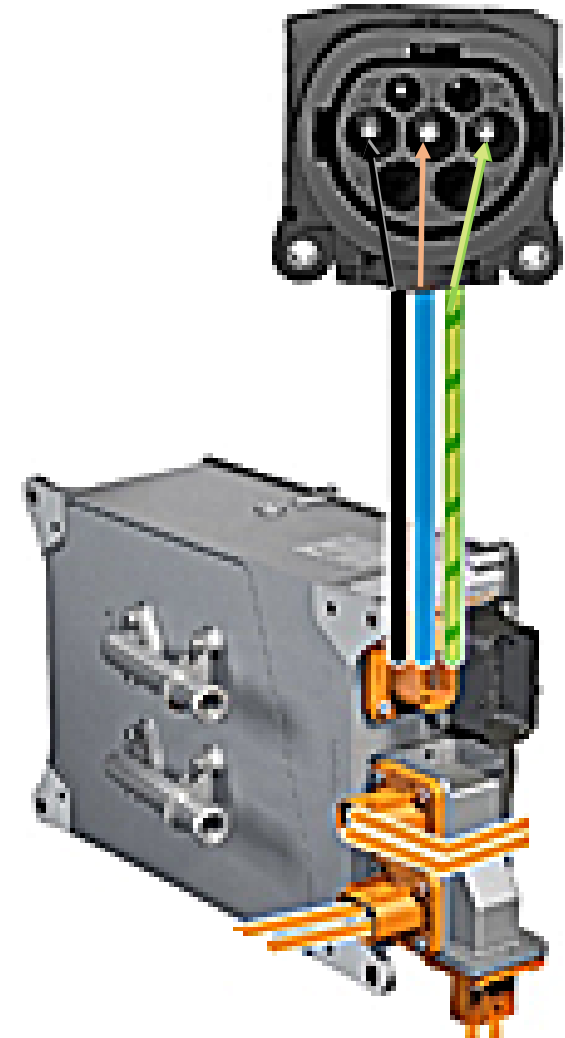
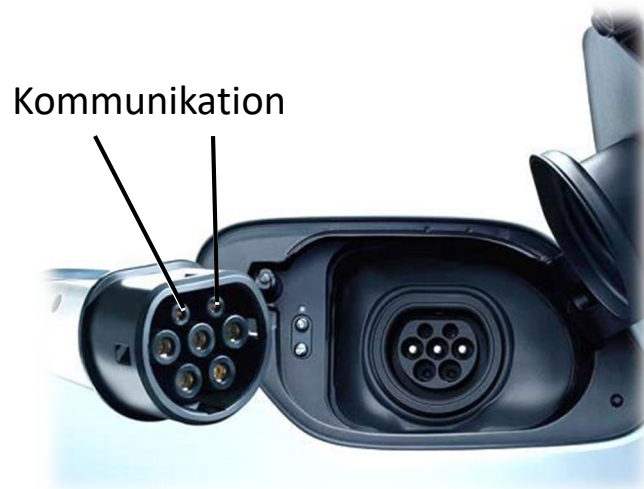
# Laddare och ladduttag

## Laddare AC-in, VW

Kommunikationen är till för övervakning av laddprocessen.

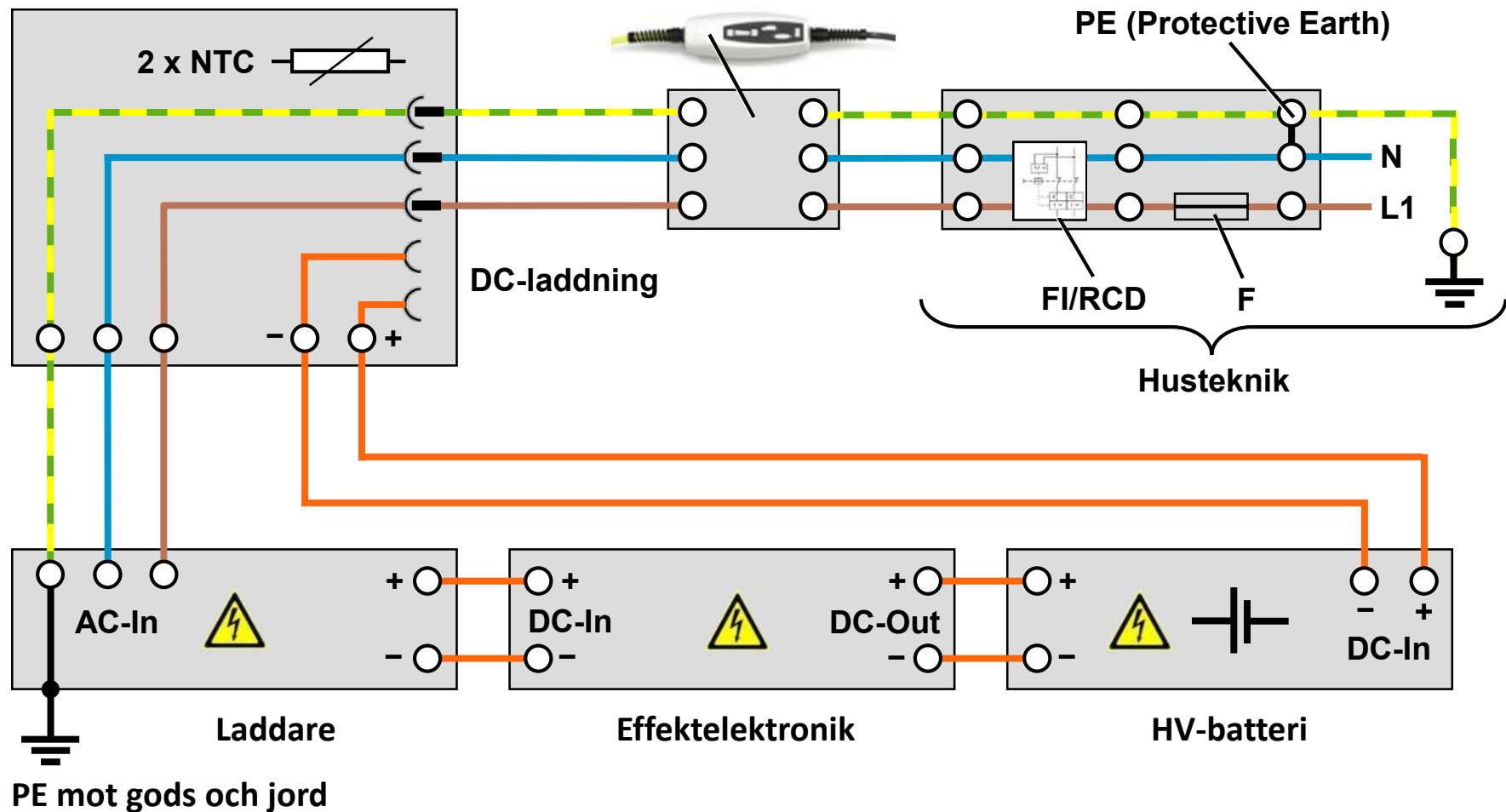
**PP** = (**P**roximity **P**ilot) current coding defines the maximum current carrying capacity of the charging cable.

**CP** = (**C**ontrol **P**ilot) pilot line defines the operating status of the charging process and the maximum possible current draw by the vehicle.



# Laddare och ladduttag

**Jordledning (PE-ledning):** Vid en kortslutning mot höljet från ledningarna L1 eller N mot laddaren förhindras en potentialdifferens mellan bilen, laddstationen och jord av PE-ledningen.



# Laddare och ladduttag

## Jordfelsbrytare (Residual Current Protective Device RCD)

FI = jordfelsbrytare (**F** = fel, **I** = formeltecken för elektrisk ström)

1 = Kontrollknapp

2 = Utlösningsspole

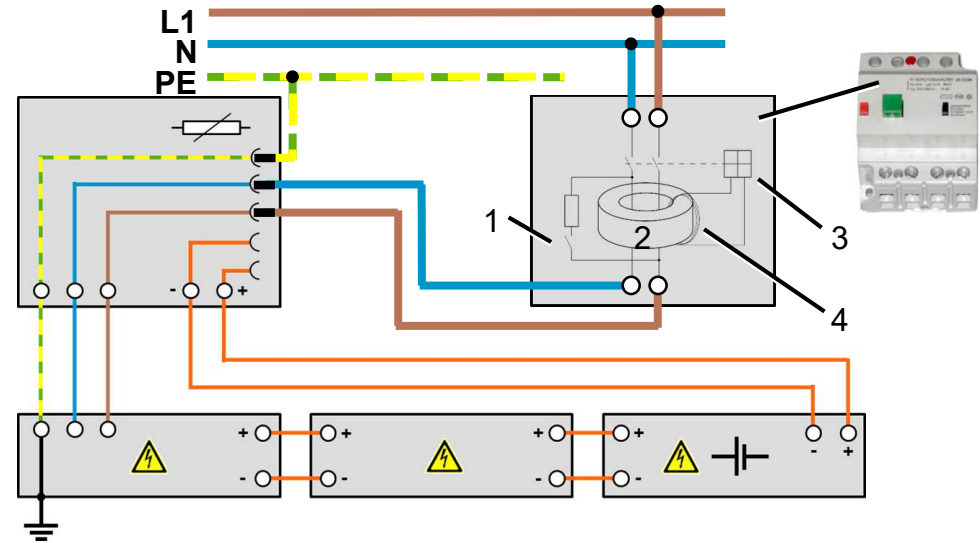
3 = Summaströmtransformator

4 = Utlösningsspole

Vid en jordfelsbrytare jämförs strömmen mellan L1 och N. Om strömmen är lika stor uppstår ingen ström i utlösningsspolen. Vid felström (shunt) i L1 eller N är strömmarna olika och en spänning induceras i utlösningsspolen genom summaströmtransformatorn. Brytarlåset öppnar då brytaren.

Jordfelsbrytaren utlöser vid en felström på ca 30 mA.

Med kontrollknappen skapas en fastställd felström för att testa jordfelsbrytaren. Kontrollknappen måste aktiveras regelbundet.





# Laddare och ladduttag

## AC och DC laddkontakter

**PP** = strömkodning (**P**roximity-**P**ilot)

**CP** = pilotledare (**C**ontrol **P**ilot)

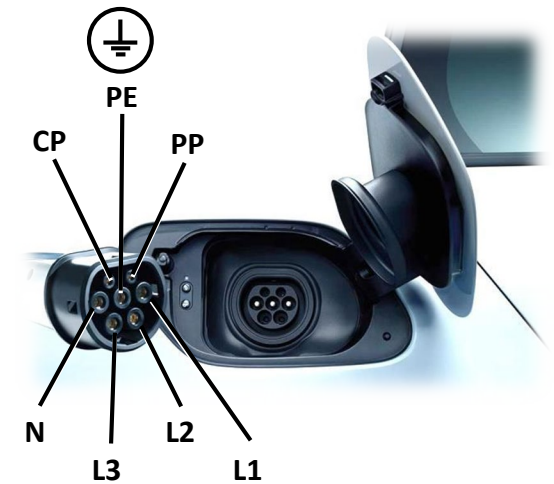
**PE** = skyddsledare (**P**rotective **E**arth)

**PLC** = **P**ower **L**ine **C**ommunication  
(kommunikation med laddstationen)

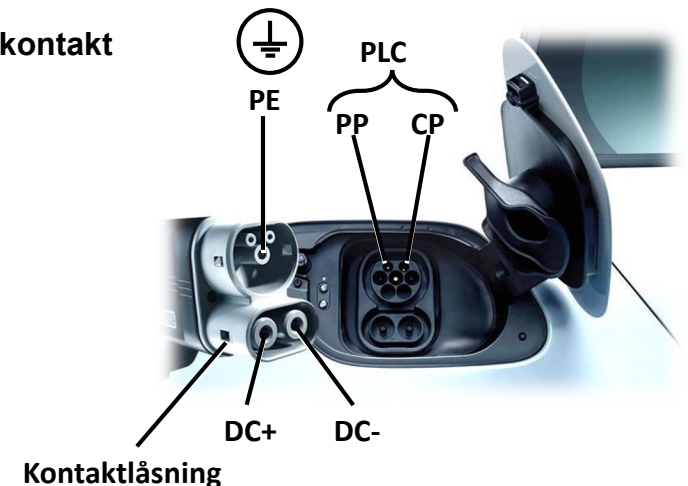
På offentliga laddstationer finns kontakterna L1 till L3 på en AC-laddkontakt. En laddning med 1 till 3 faser är därmed möjlig beroende på högvoltssystem.

Maximal effekt: 3,6 kW vid enfasladdning, 11 kW vid trefasladdning.

AC-laddkontakt



DC-laddkontakt



# Laddare och ladduttag

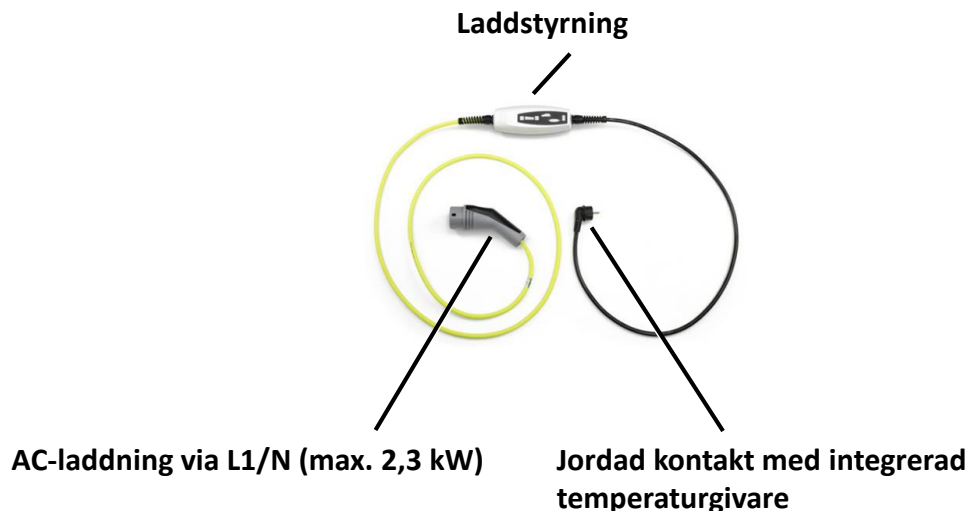
## Laddstyrning

Beroende på säkringen och effekten hos eluttaget som är ansluten till laddkabeln kan den maximalt tillåtna laddströmmen ställas in med laddstyrningen. Kommunikationen mellan bilen och laddstyrningen sker via kommunikationsgränssnitten PP och CP.

Temperaturgivaren i den jordade kontakten övervakar kontaktens temperatur för att förhindra brännskador. Om temperaturen ökar sänks laddströmmen.

Tillvalet väggladdare tillåter en högre laddeffekt eftersom laddströmmen inte flödar genom ett vanligt eluttag och eftersom anslutningseffekten är högre.

**Vägladdaren får inte anslutas till matarledningen i ett vanligt eluttag!**



Ladduttag med temperaturgivare för AC-laddning och DC-laddning

Vägladdare (tillval)



3,6 kW med 25 A-säkring och FI/RCD

# Klimatkompressor

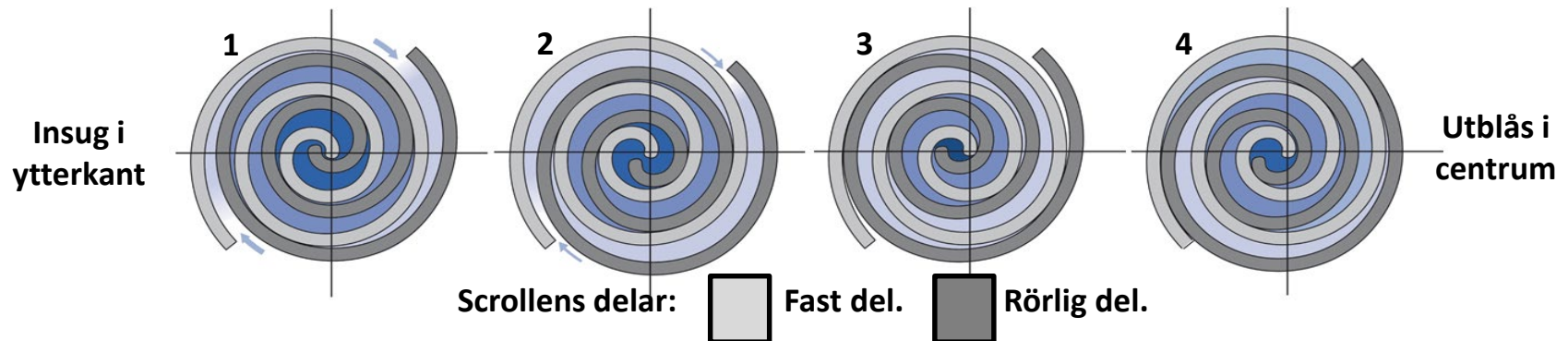
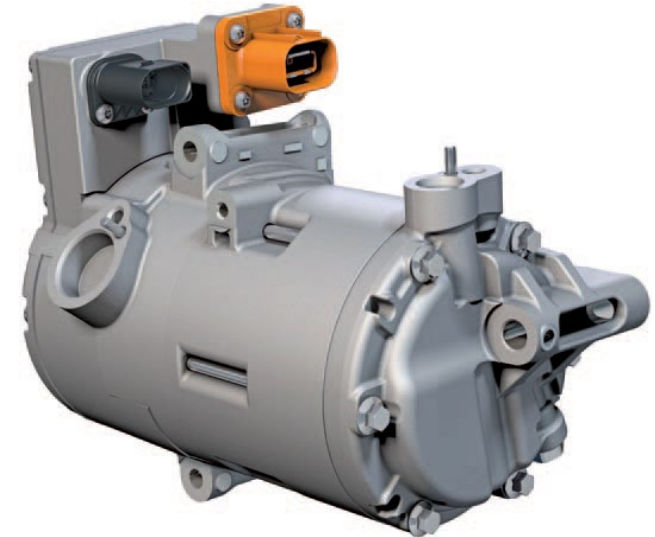
## Klimatkompressor, VW

Kompressorn är av scrolltyp.

I HV fordon drivs klimatkompressorn av en elektrisk motor.

På grund av den höga effekten levereras VDC (likström) till kompressorn från HV batteriet via fler komponenter.

Elmotorn är en trefas AC motor (växelström), och därför innehåller kompressorn en DC/AC inverter.



# Värmare

## Värmare (PTC), VW

Högvoltsvärmaren är installerad i kylkretsen uppströms hos värmeväxlaren till värmaren.

Högvoltsvärmaren får ström från högvoltsbatteriet.

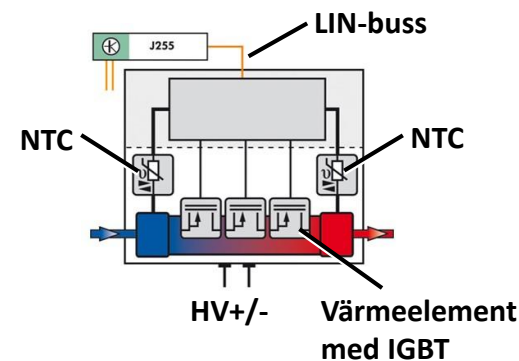
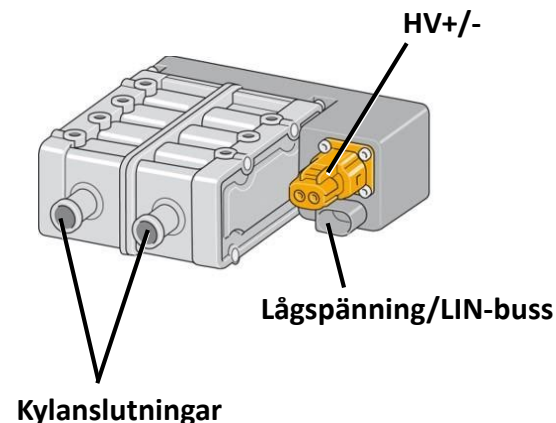
Den aktiveras av Climatronic styrenheten via en LIN-buss eller CAN-nätet/Car-Net.

Högvoltsvärmaren innehåller tre PTC-värmeelement som kan aktiveras individuellt av IGBT-transistorerna.

IGBT = Insulated-Gate Bipolar Transistor (isolerad bipolär grindtransistor)

NTC = Negative Temperature Coefficient (negativ temperaturkoefficient)

PTC = Positive Temperature Coefficient (positiv temperaturkoefficient)



kartor + mer/e-Manager



Mobiltelefon

# Arbetsuppgifter

1. Hur stor kapacitet har ett batteri i en elbil (BEV)?

- A 1-2 kWh
- B 10-20 kWh
- C 20-100 kWh**
- D 200-1000 kWh

2. Hur stor kapacitet har ett batteri i en hybridbil (HEV)?

- A 1-2 kWh
- B 10-20 kWh**
- C 20-100 kWh
- D 200-1000 kWh

3. Levererar ett batteri likspänning eller växelspanning?

4. Drivs elmotorn i en elbil med likspänning eller växelspanning?

5. Producerar generatorn likspänning eller växelspanning?

6. Förklara funktionerna DC/DC, DC/AC och AC/DC i elbilens kraftelektronik.

7. Vilken funktion har en jordfelsbrytare?

# Frånkoppling av högvoltssystem

*Följande beskrivning är en utgångspunkt. Frånkoppling av högvoltssystem skiljer sig från bilmodell till bilmodell och beskrivningen behöver anpassas av instruktören/tränaren.*

1. Tändning frånslagen.
2. Ta bort nyckel
3. Ta bort / Koppla ur servicebrytaren.
4. Säkerställ att HV systemet inte går att aktivera igen. Servicebrytare och nyckeln förvaras på en säker plats av teknikern (HVT). Systemet är på så sätt säkrat mot återinkoppling av tredje part.
4. Fastställ spänningsfrihet.
5. Efter frånkoppling av HV systemet, skall fordonet märkas med dokumentet samt föreskrivna skyltar. Avspärrning används på bil som inte är säker, t ex när HVT inte kan frånkoppla HV spänningen eller vid karantän.

# Anslutning av högvoltsbatteri – isolationsmätning

De interna elektroniken genererar en mätspänning på upp till 1000 V för att kontrollera isolationsmotståndet. Var försiktiga när ni handskas med mätinstrument i samband med isolationsmätning pga höga spänningar.

Instrumentet är strömbegränsat för att undvika personskada.

Ett isoleringstest utförs vanligtvis med en testspänning på 500 V.

Fordonet måste kopplas loss från alla externa anslutningar när isoleringsmotståndet testas:

- HV batteriet och 12 V-batteriet till bilens elsystem får inte laddas!
- Inga kablar från verkstadens elsystem får ligga direkt intill HV komponenter!
- Bilens diagnosinstrument måste kopplas loss från alla enheter som drivs med elsystemet (t.ex. extern skrivare via USB).
- Finns det en LAN-anslutning mellan bilen och bilens diagnosinstrument måste den frånkopplas!

På grund av så kallade "jordöglor" eller parasitiska elektriska kretsar blir mätningen felaktig eller misslyckas.



# Anslutning av högvoltsbatteri – isolationsmätning

Isoleringsmotståndet testas med en testspänning på 500 V.

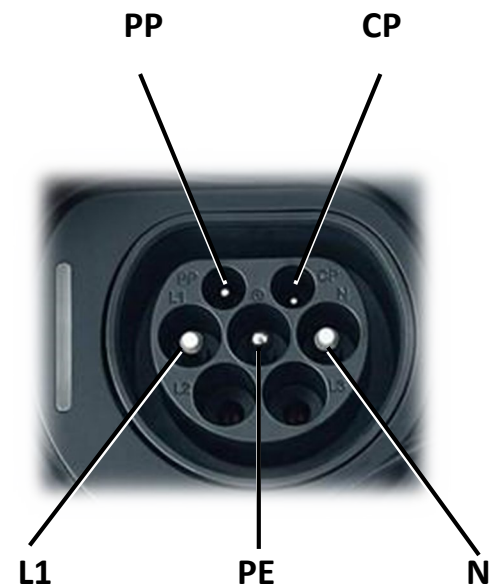
Ett isoleringstest kan utföras vid båda kontaktdonen på laddningskabeln.

Om det finns ett isoleringsfel kan felet finnas i laddningsuttaget, laddningskabeln till laddningsenheten eller i laddningsenheten själv. I så fall måste mätningen göras om utan laddningsenheten.

Om det finns ett isoleringsfel i bilens laddningsteknik utlöses åtminstone jordfelsbrytaren (FI/RCD) i laddningskabeln om felströmmen är  $>30$  mA.

FI = felström (F = fel, I = symbol för elektrisk ström)

Internationell beteckning: RCD = Residual Current Protective Device (skyddsbrytare för felström)



*Det får inte finnas någon ledande elanslutning mellan klämmor:*

- L1 och PE, och
- N och PE

*Utför inga mätningar med 500 V vid PP och CP!*



# Manuell frånkoppling

*Manuell frånkoppling av högvoltssystem skiljer sig från bilmodell till bilmodell och beskrivningen behöver utformas av instruktören/tränaren.*