



Højvoltagekniker

Højvoltagekniker

Trin 1

Målbeskrivelse

Deltageren får kendskab til sikkerhedsmæssige aspekter ved arbejde i højspændingsbatteripakke, på højspændingskomponenter under spænding, herunder brug af værnemidler og specialværktøj. Deltageren får indgående kendskab til indbyggede sikkerhedsforanstaltninger i HV batteripakke. Deltageren får kendskab til højspændings-batteriets opbygning, samt kendskab til forskellige batteriteknologier i EI/Hybride køretøjer. Deltageren får en forståelse for højspændingsbatteriers ladestrategi og cellebalancering i batterimoduler. Deltageren kan kontrollere og vurdere højspændingsbatteriet interne komponenter med diagnosetester, samt fejlsøge med relevant måleudstyr. Deltageren kan selvstændigt udskifte udvalgte komponenter i højspændings-batteripakke i henhold til fabrikantens forskrifter

Varighed

3,0 dag



Højvoltage-sikkerhed

Sikkerhed

Højvoltssikkerhed.

Din egen og andres sikkerhed.

Strøm er en farlig modstander, og om du ikke forstår den og behandler den med respekt, vil du tabe kampen!

Derfor er det vigtigt at forstå hvordan man skal arbejde med højvolts systemer. Fra producentens side er der indbygget mange sikkerhedsfunktioner, men de kan både fejle og de-aktiveres af mindre vidende personer.

Vigtige huskeregler:

- Følg ALTID producentens anvisninger!
- Brug ALTID godkendt personligt sikkerhedsudstyr!
- Brug ALTID visuel advarsel om højspænding og opstil afspærringer for andres sikkerhed!
- Gennemfør videreuddannelse i HV sikkerhed og system forståelse.
- Orange kabler = spænding højere end 30V AC / 60V DC
- Tommelfingerregel: ALLE typer af spænding over ca. 100V er LIVSFARLIGE!



Arbejde på el- og plug-in hybrid køretøjer.

ALLE typer af arbejde, service, reparationen og lignede på el- og hybrid køretøjer, kan inddeles i 3 grupper:

1. Arbejde som IKKE kræver frakobling af højspændingen:

Almindeligt forekomne service/reparationsarbejde på køretøjet, såsom hjul, dæk, bremses, lys m.m. som IKKE er på eller i farlig nærhed af HV komponenter og orange HV kabler.
Risikoen skal bedømmes af en kvalificeret tekniker.

2. Arbejde som KRÆVER en frakobling af højspændingen:

Alle type af arbejde på eller i farlig nærhed af HV komponenter og orange HV kabler, såsom udskiftning eller reparation af f.eks. AC kompressor, ladeport, HV komponenter m.m.
Risikoen skal bedømmes af en kvalificeret tekniker. Arbejdet skal ligeledes udføres af en kvalificeret tekniker.

3. Arbejde i højvoltsbatteriet:

Alle type af arbejde i højvoltsbatteriet, må kun udføres af special uddannet tekniker, med viden om arbejde under spænding.

Højvoltssikkerhed.

Arbejde i højvoltsbatteriet.

Arbejde i et højvoltsbatteri må kun udføres af kvalificeret tekniker med viden omkring:

- Opbygning og funktion i et HV batteri.
- Faren med arbejde i et HV batteri.
- Hvordan man arbejde sikkert i et HV batteri.
- Korrekt brug af sikkerhedsudstyr.
- Tilgang og korrekt brug af nødvendigt HV testudstyr og værktøj.

Teknikeren skal gennemføre videreuddannelse indenfor området omkring opbygning, forståelse og arbejde i højvoltsbatterier.



Højvoltssikkerhed.

Sikker arbejde i et højvoltsbatteri.

Ved arbejde i et åben højvoltsbatteri, er der meget farlige spændinger tilstede, som der ikke bare kan "slukkes" for. Viden om hvor de findes og hvordan man optimere sin egen og andres sikkerhed, er nødvendig for at undgå livsfarlige ulykker.

Den optimale sikkerhed ved arbejde i et højvoltsbatteri, opnås ved at nedbringe de 200/400/800V systemspændinger til en spænding så lav som muligt (< 30V), minimum på under ca. 50 - 60V. Dette kan bl.a. udføres ved at frakoble de såkaldte "Busbars", som forbinder HV batteriets moduler med hinanden.

Busbarene serie og/eller parallel forbinder de enkelte HV moduler med hinanden, for at bringe spændingen op til den ønskede systemspænding.

Ved arbejde med frakobling af busbars, skal reglerne for kollektiv sikkerhed, personlig sikkerhed og en "informeret person" overholdes.

Producentens anvisninger skal følges og godkendt (ISO 60900) isoleret (min. 1000V) værktøj skal anvendes.



Højvoltssikkerhed.

Din og andres sikkerhed i undervisningen.

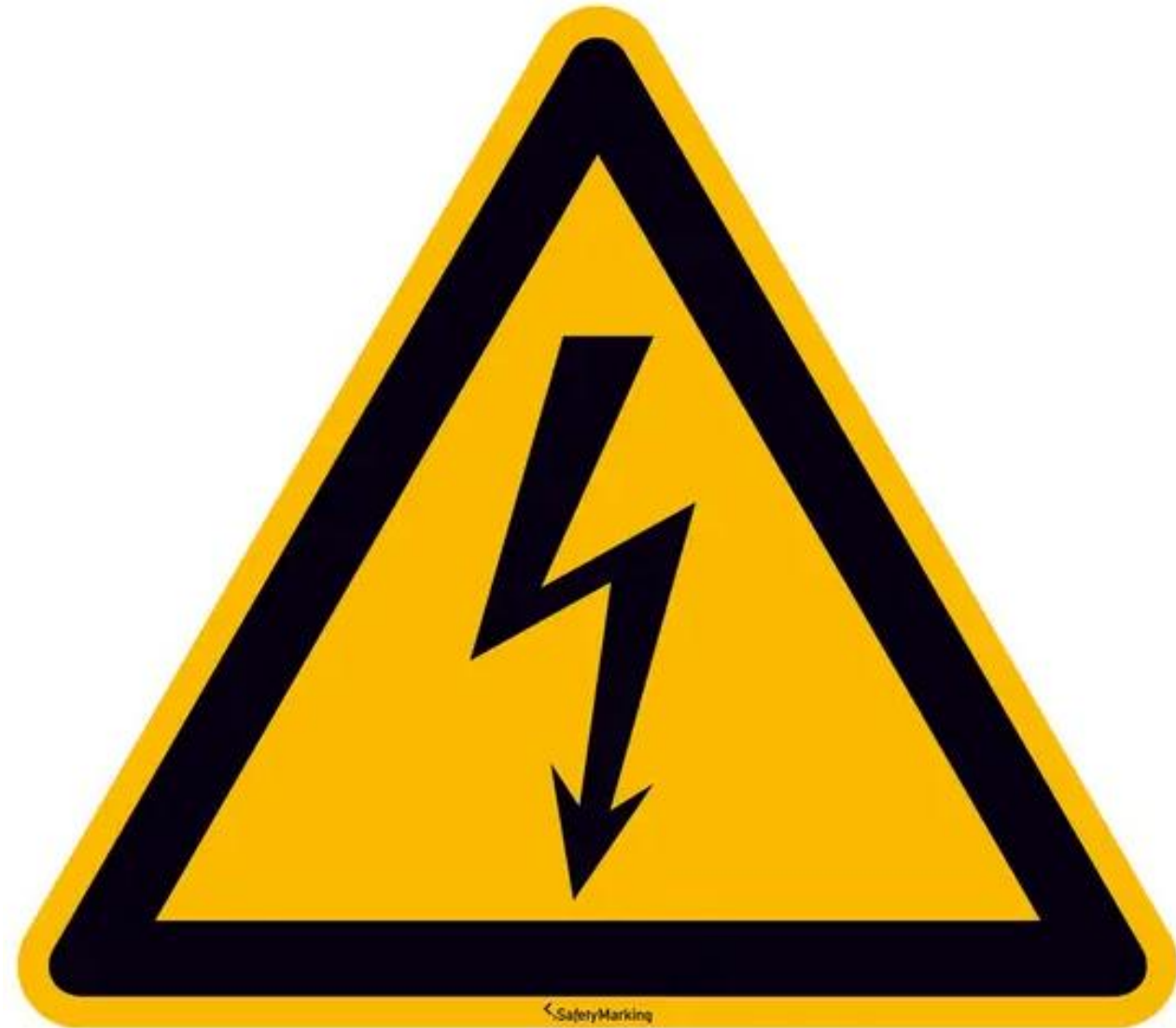
I undervisningsværkstedet findes flere HV-batteri moduler som er "Live", dvs. at de er helt eller delvis opladet.

Moduler som er live, er markeret med det symbol, som er vist her.

Modulerne må ikke løftes, flyttes, adskilles eller på andre måder påvirkes, uden underviserens instrukser.

Arbejde på modulerne må kun udføres i det omfang som underviseren eller opgaverne angiver.

Din og andres sikkerhed skal altid have højeste prioritet!



Nogle spørgsmål???





Højvoltsudstyr

Værktøj

Ved arbejde på eller i højvoltssystemer, skal der tages hensyn til hvilke typer af værktøj som skal anvendes. Pga. de høje spændinger, som kan forekomme, kan normalt standard værktøj kun anvendes i meget begrænset omfang og kun på højvoltskomponenten som er gjort helt spændingsfrie. Ved alle andre typer af arbejde på højvoltssystemet, skal kun værktøj og udstyr anvendes som er tilpasset arbejdet på højvoltssystemet.

Værktøj for anvendelse på højvoltssystemer, kan deles ind i 3 hovedgrupper:

Håndværktøj: Alle former for håndværktøj (f.eks. skruetrækker, tænger, faste nøgler, topper, skraldenøgler, momentnøgler m.m.) skal være godkendt til 1000V (ISO/IEC 60900).

**Måle-/
testinstrumenter:** Diagnosetester for brug på el- og hybridbiler, specialtester for brug på højvoltssystemer (f.eks. løse HV batterier), megaohmmeter (isolationstester), Micro-ohmmeter, multimeter m.m.

**Tilpasnings-/
kontroludstyr:** Lader for op-/afladning af HV batterier og moduler, udstyr for balancering af spænding på moduler og celler og udstyr for tæthedskontrol af HV batteripakker.

Højvoltsudstyr, håndværktøj.

Kollektiv og personlig værneudstyr.

Før alle typer af arbejde på eller i nærheden af HV komponenter påbegyndes, skal man tilse at kollektiv (afspærring og skilte) og personligt (gummihandsker, visir, kostemand) værneudstyr opfylder de krav som branchen foreskriver (se ev. "Vejledning EI- og hybridbiler, sikkerhed ved service og reparation" fra bfa-i.dk (brug søgeordet "elbiler")).

Ved en normal fra-/tilkoblingsprocedure af højspændingen, skal gummihandsker af class 0 eller 00 (godkendt ifølge EN 60903:2004) bruges, men ved arbejde med værktøj i HV batteriet med højspændingen (> 30V DC) indkoblet, er det stærkt tilrådeligt at også bruge arbejdshandsker udenpå på gummihandskerne. Dette pga. det stærkt øgede mekaniske slitage som påføres gummihandskerne.

Gummimåtter af varierende størrelse, skal også være til rådighed med henblik på at kunne tildække eller afskærme sig fra farlige område i f.eks. et åbent højvoltsbatteri.



Højvoltsudstyr, håndværktøj.



Håndværktøj.

På markedet i dag findes en stor variation af værktøj beregnet for arbejde på højvoltsystemer. Værktøjet skal være godkendt enligt ISO/IEC/EN 60900:2018 for spændinger op til 1000V AC / 1500V DC.

Tips:

- Køb gerne et lille startsæt/kuffert, som kan udvides med ekstra værktøj (vær observant på at mange sæt er tilpasset højvoltselektrikere = meget værktøj som aldrig bruges på elbiler).
- Indret en værktøjsvogn/tavle for højvoltsværktøjet (kufferten bliver hurtigt for lille).
- De fleste bolte/skrue/møtrikker som skal tilspændes med moment, er i størrelsen M5, M6 eller M8 (vælg en 1/4" og/eller 3/8" momentnøgle fra f.eks. ca. 5Nm og op til ca. 30Nm).



Højvoltsudstyr, håndværktøj.



Renlighed.

Ved arbejde i et HV-batteri og generelt ved de-mo HV-tilslutninger, er det vigtigt at holde en høj renlighed omkring sig.

Alle HV-kontakt overflader, skal holde rene fra fedt (f.eks. fingeraftryk) og oxidation. Før samling af HV-busbar, skal kontakt overfladerne rengøres med fedt- og oxidationsfjerner.

Alle kontaktsteder hvor der skal måles isolationsmodstand eller mikro ohms måling, skal være rene og frie fra oxidation. Om nødvendigt skal overfladerne rengøres før måling for at sikre god kontakt for måleprober.

Observere! Man skal så langt det er muligt, undgå at bruge "slibende" rengøringsmetoder. Er kontaktfladen/erne så beskidte at det ikke kan rengøres, skal de udskiftes.



Højvoltsudstyr, testinstrumenter.



Måle- og testinstrumenter.

Fælles for alle typer af måleinstrumenter (multimeter, mega-ohmmåler, Micro-ohmmeter m.m.) er at de skal være godkendt i "CATxx" kategori. Grundreglen er at jo højere kategori, desto mere sikker er instrumentet – MEN der er forholdsregler at tage hensyn til.

Der er 4 kategorier:

- CAT I For målinger i elektronik med lav energi indehold.
- CAT II For målinger på 1 faset AC på f.eks. husholdsapparater.
- CAT III For målinger på 3 faset AC med middel energi indehold.
- CAT IV For målinger på lav volt spændinger med høj energi indehold.

Som udgangspunkt skal vi altid bruge *minimum* CAT III 600V.

Målekategori	Driftsspænding	Transientspænding	Testkilde (impedans)	Driftsstrøm	Transientstrøm
CAT I	150 V	800 V	30 Ohm	5 A	26,6 A
CAT I	300 V	1500 V	30 Ohm	10 A	50 A
CAT I	600 V	2500 V	30 Ohm	20 A	83,3 A
CAT I	1000 V	4000 V	30 Ohm	33,3 A	133,3 A
CAT II	150 V	1500 V	12 Ohm	12,5 A	125 A
CAT II	300 V	2500 V	12 Ohm	25 A	208,3 A
CAT II	600 V	4000 V	12 Ohm	50 A	333,3 A
CAT II	1000 V	6000 V	12 Ohm	83,3 A	500 A
CAT III	150 V	2500 V	2 Ohm	75 A	1250 A
CAT III	300 V	4000 V	2 Ohm	150 A	2000 A
CAT III	600 V	6000 V	2 Ohm	300 A	3000 A
CAT III	1000 V	8000 V	2 Ohm	500 A	4000 A
CAT IV	150 V	4000 V	2 Ohm	75 A	2000 A
CAT IV	300 V	6000 V	2 Ohm	150 A	3000 A
CAT IV	600 V	8000 V	2 Ohm	300 A	4000 A
CAT IV	1000 V	12000 V	2 Ohm	500 A	6000 A

Højvoltsudstyr, testinstrumenter.



Måle- og testinstrumenter.

Multimeter/Flashmeter.

Ved arbejde med HV batterimoduler, kan behovet for flere tegn på displayet forekomme. Normalt er der kun plads til 4 tegn, vi behøver 5. Den store forskellen mellem et multimeter (som vi kender den) og et flashmeter, er at flashmeter er et moderne måleinstrument med indbygget automatik, som gør målingerne enkel og sikker.

Observere at kopperne på måleproberne skal være påsat, om instrumentet skal opfylde kategori (CAT) godkendelsen!

Multimeter

Multimeter m. 5/6 tegn

Flashmeter



Højvoltsudstyr, testinstrumenter.



Måle- og testinstrumenter.

Micro-ohmmeter.

Et Micro-ohmmeter er et instrument, som skal bruges ved service og reparation af HV komponenter (motor, batteri m.m.). Når HV tilslutningerne er forbundne igen efter en demontering, skal modstanden mellem kontakt overfladerne på tilslutningerne kontrolleres for modstand.

Data varierer mellem bilproducenter, men en typisk værdi ligger i området af nogle få micro ohm, f.eks. max 10 μ -ohm.

Alle kontakt overflader skal rengøres før montering.

Instrumentet på billedet kan måle helt ned til 100 nano ohm (0,0000001 ohm).



Hioki RM3548
Micro-ohmmåler

Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

Måle- og testinstrumenter.

Micro-ohmmeter.



Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

Måle- og testinstrumenter.

Eksempel på brug af en mikro ohmmåler:

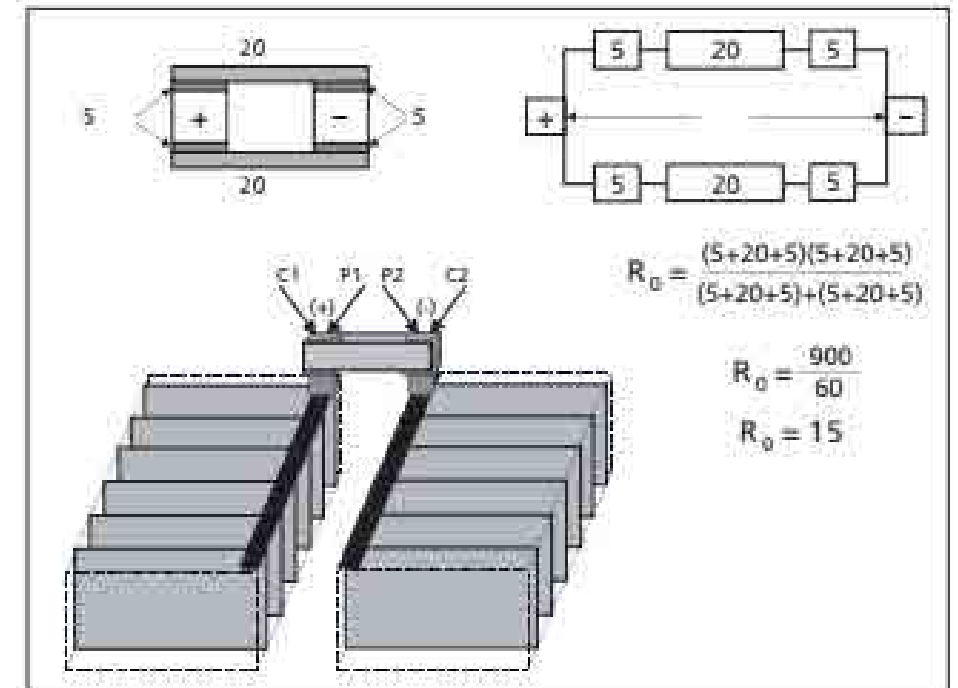
Alle forbindelser i et kredsløb yder modstand. En lille modstand ved lave spændinger har betydningen, men samme lave modstand får en større indflydelse, jo højere spændingen er og jo større strøm som skal løbe.

Eksempel: I et kredsløb med 12V og en motor på 12W, vil strøm forbruget være 1 A.

En lille modstand på f.eks. 1 ohm, vil betyde et spændingstab på ca. 1V og et effekt tab på ca. 1W (ohm/effekt loven).

I et kredsløb med 400V og en motor på 150kW, vil der over en 1 ohms modstand bl.a. være et effekt tab på ca. 37kW! Dette vil betyde en enorm varmeudvikling over denne modstand.

Derfor har selv små modstande (micro ohm) en stor indflydelse og skal minimeres til et minimum for at undgå varmeudvikling med efterfølgende brand.



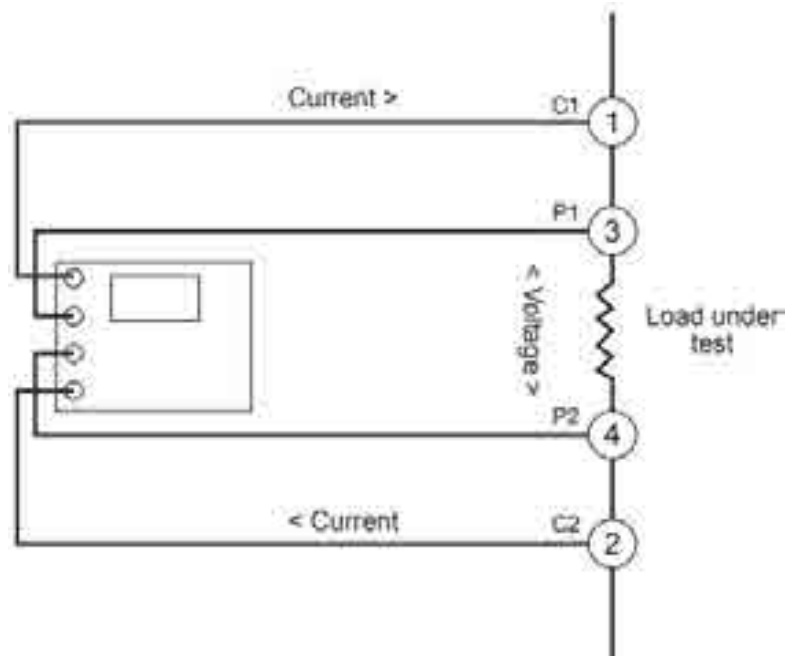
Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

Måle- og testinstrumenter.

Eksempel på brug af en mikro ohmmåler:

For at kunne udføre en korrekt og nøjagtig måling af små modstande, bruges en metode hvor en kendt og stabil mængde strøm (A) sendes igennem måle objektet og samtidigt måles spændingen (V) over måleobjektet via samme tilslutning. Derefter er det op til ohms lov: $R = V/I$.

Metoden kaldes
"Four-Wire Kelvin Method".

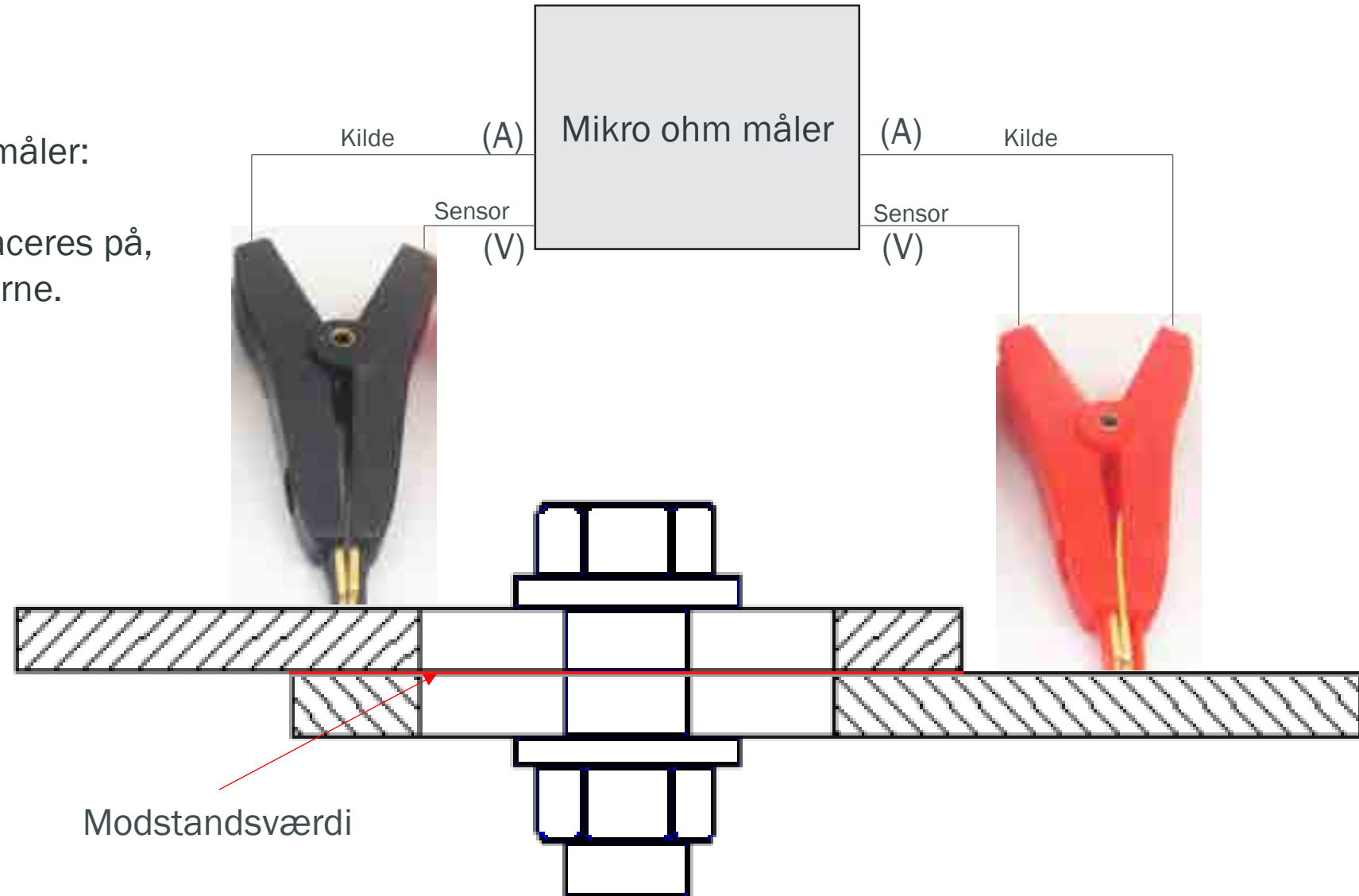


Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

Måle- og testinstrumenter.

Eksempel på brug af en mikro ohmmåler:

Under målingen skal sensorerne placeres på, eller helst indenfor kilde tilslutningerne.



Højvoltsudstyr, testinstrumenter.



Måle- og testinstrumenter.

Mega ohmmeter (isolationstester).

Ved fejlfinding og efter at en HV komponent har været demonteret/adskilt og derefter monteret igen, skal en isolationsmåling udføres. Dette for at kontrollere at de højspændingsførende dele i komponenten ikke er i kontakt med overflader hvor der ikke må forekomme højspændinger, f.eks. motorhus, batterikasse, karosseri m.m.

Dette udføres med en isolationstester, hvor den ene probe monteres på højspændingsdelen og den anden på f.eks. motorhuset. Derefter indstilles instrumentet til en test spænding (op til 1000V) og test knappen aktiveres. Instrumentet sender spændingen ud via den ene probe og måler med den anden probe, hvor meget (eller hvor lidt) der kommer frem til den. Værdien vises i ohm og data er typisk 100Mohm eller mere.

Instrumentet bruges også ved isolationsfejl på køretøjet, som fejlsøgningsinstrument.



Bosch FSA050

Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

Måle- og testinstrumenter.

Mega ohmmeter (isolationstester).



Autel MaxiEV IST100



HellaGutmann
MT HV Pro



Bosch FSA050



Elma BM878

Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

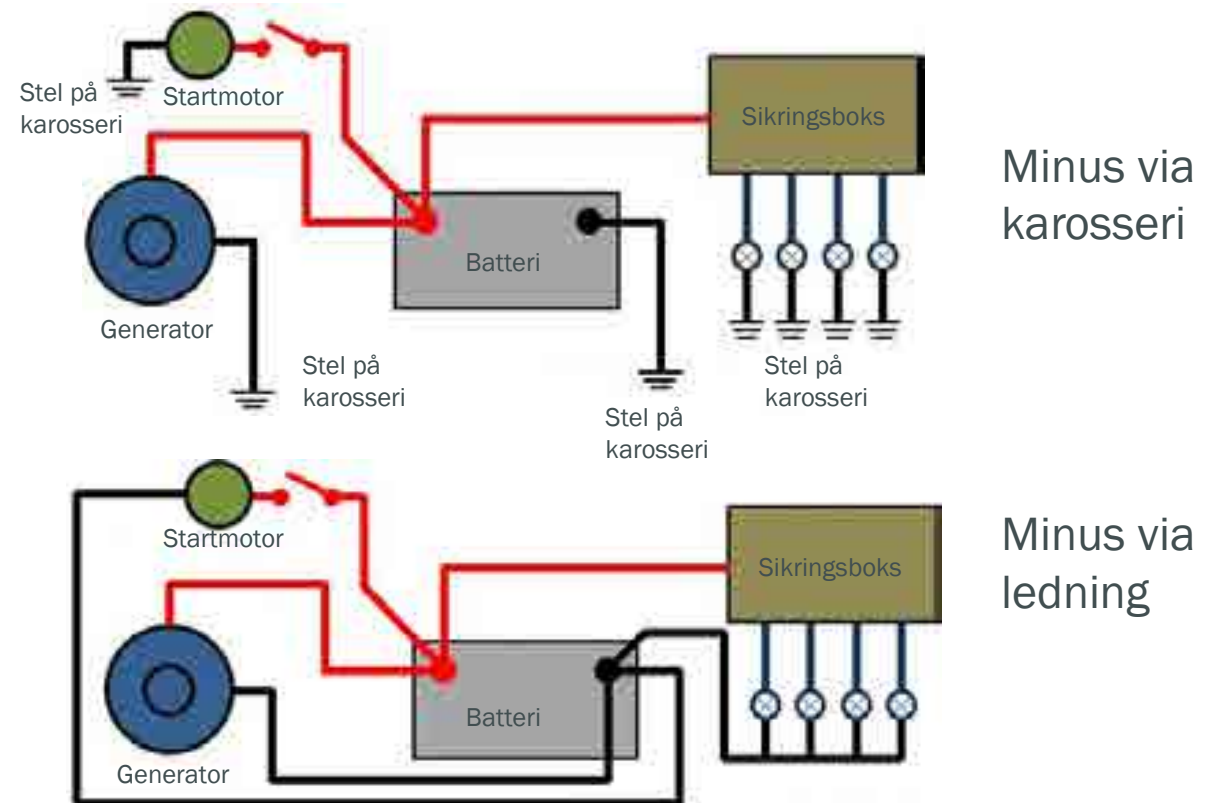
Isolationsovervågning.

I en Hybrid- eller el køretøj, er HV systemet fuldstændigt isoleret fra karrosseriet. Dvs. at som vi kender det fra 12V systemer, hvor minus ledes via karrosseriet tilbage til batteriet, så ledes minus tilbage til HV batteriet via en ledning.

Dette er pga. sikkerhedsforanstaltninger. Den høje spændingen ($> 30V$) må ikke findes på overflader, hvor der er risiko for berøring af personer som bruger eller servicere/reparere køretøjet.

For at sikkerstille at det ikke sker, skal køretøjet være udrustet med systemer som overvåger at der ikke forekommer lækage af højspænding til risiko overflader.

Overvågningen sker sædvanligvis via såkaldt "Isolationsmåling".



Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

Måle- og testinstrumenter.

Eksempel på brug af en isolationstester
(Bosch FSA050):



Testknap (findes også på plus proben).

Indstillingsområde for test spænding
(røde felter fra 50V op 1000V (1 kV)).



Testknap

Højvoltsudstyr, testinstrumenter.

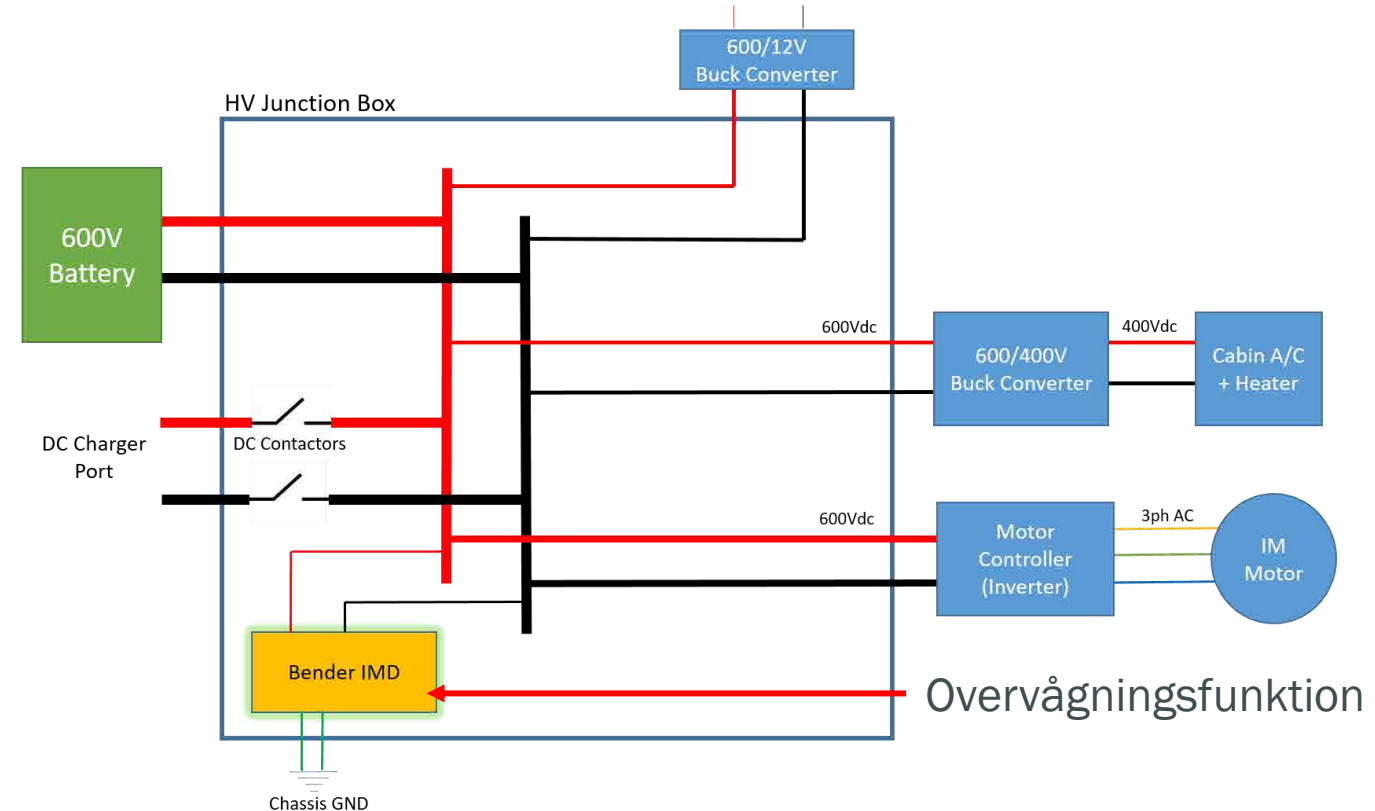
Isolationsovervågning.

Sædvanligvis er HV systemet udrustet med en styreenhed, som overvåger hvor meget/lidt forbindelse der er mellem HV bussen og karosseriet.

De enkelte HV komponenter er normalt via sin respektive styreenhed også overvåget.

Hvordan overvågningen foregår er forskelligt, men som oftest er det via modstandsmåling (isolationsmodstand), hvor systemet måler hvor stor modstanden er mellem HV bussen og karosseriet.

For at hele karosseriet kan overvåges, er det meget vigtigt at eventuelle forbindelser mellem forskellige karosseridele og HV komponenter er intakte hele tiden (se billede).



Isolationsværdier.

Isolationsmodstanden for det komplette HV-system til jord med hovedrelæerne lukkede, bør være $>500\Omega/V$. Dvs. at har vi en højvoltssystemspænding på 400V, skal modstanden være $>200k\Omega$ ($400(V) \times 500\Omega = 200.000\Omega/1.000 = 200k\Omega$). Dette er en minimumsværdi, men producentens værdier skal altid følges.

Isolationsværdier specificeret af producenten er typisk $>1.500k\Omega$.

Tesla foreskriver:

- Hovedrelæer åben: $> 3.000k\Omega$
- Hovedrelæer lukket: $> 2.000k\Omega$

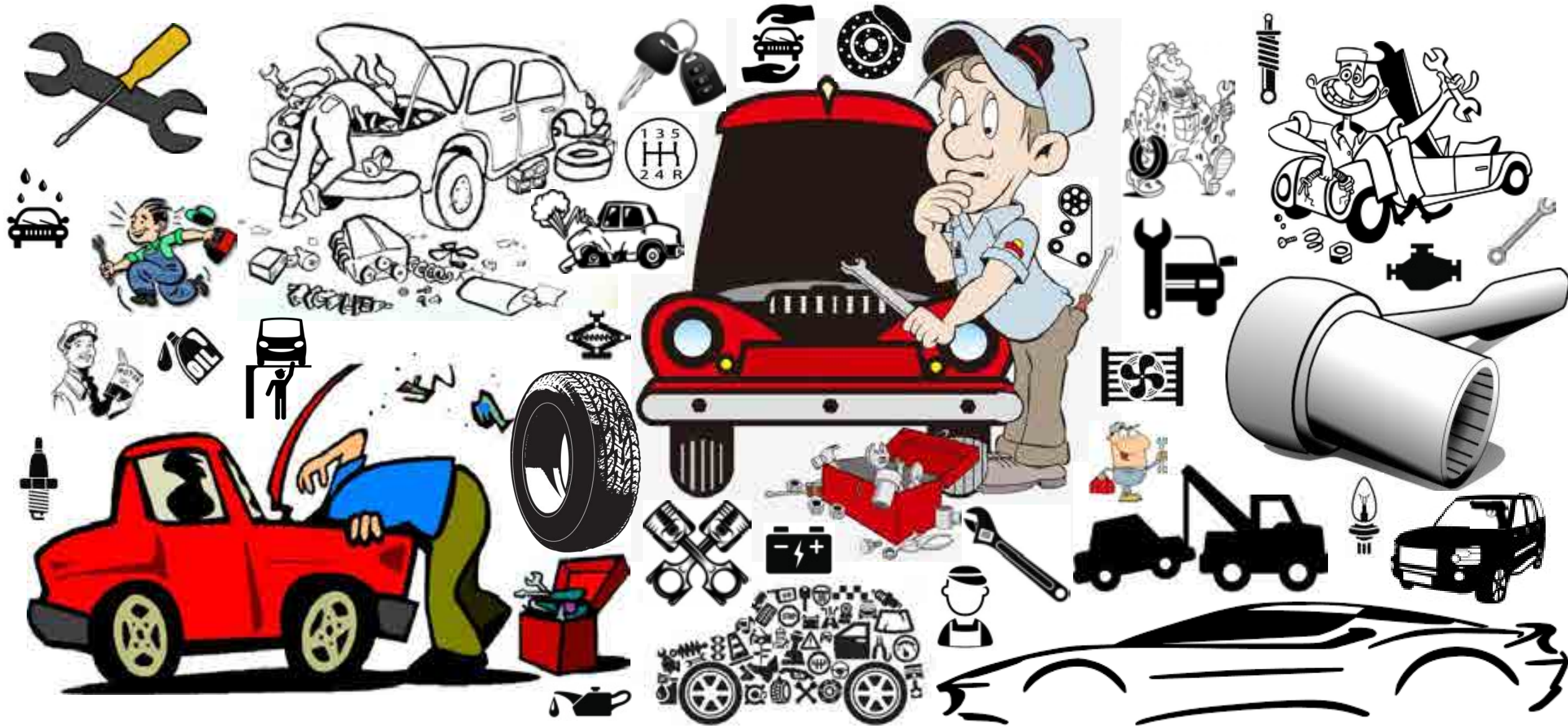
VW ID4 foreskriver:

- Isolationsovervågningen kontrollerer den elektriske isolering af højspændingspotentialerne til chassiset. Når værdien falder under en tærskel på 510 k Ω , lyser en gul advarselampe i kombiinstrumentet.
- En rød lampe vises, når værdien falder til under 90 k Ω .

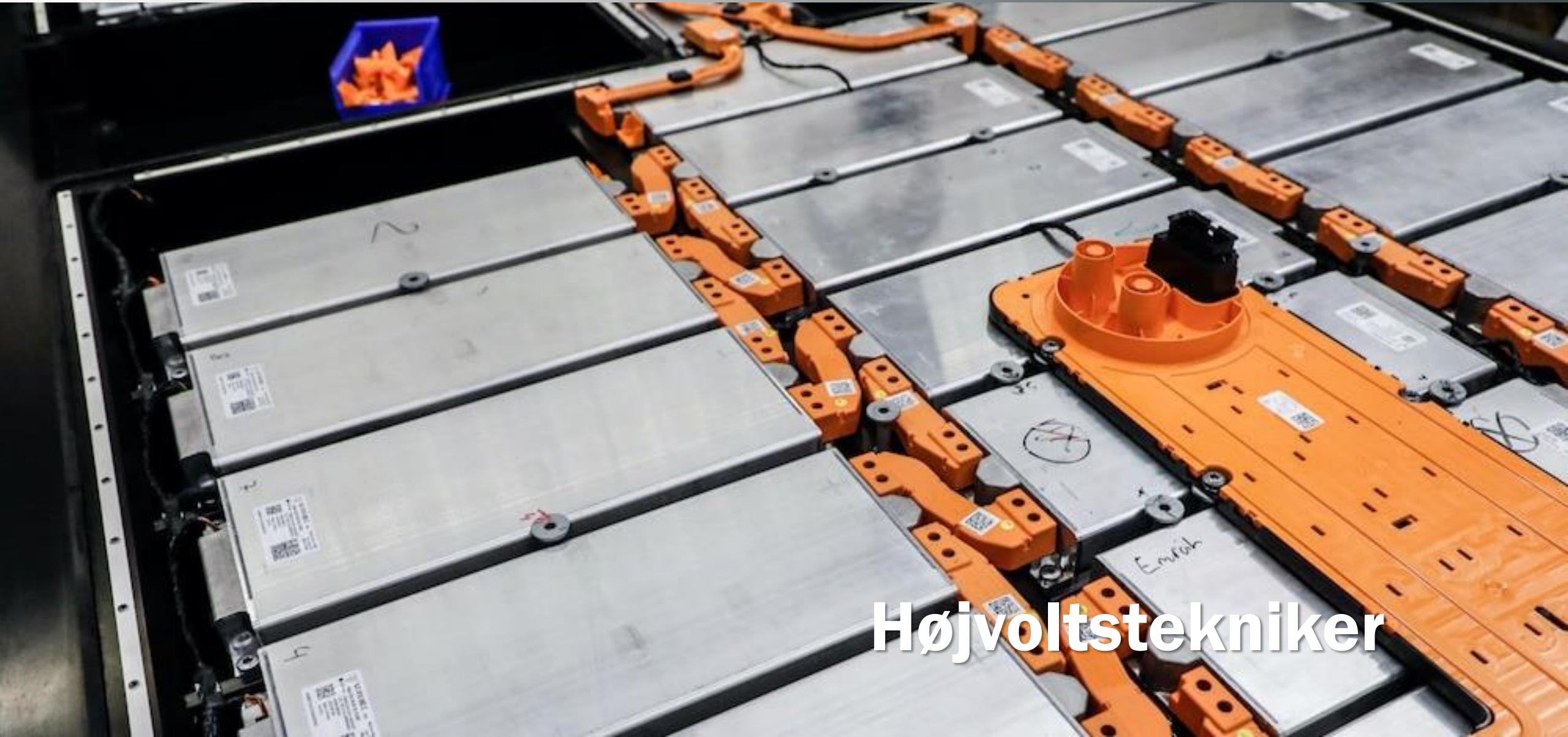
Nogle spørgsmål???



Praktikopgaver



Velkommen til dag 2...



Højvoltagekniker

Hmmm...hvad var det nu i går?



Hvad er en empirisk lov?
(??)



Einstein's relativitetsteori er...?
(????)





HV system opbygning

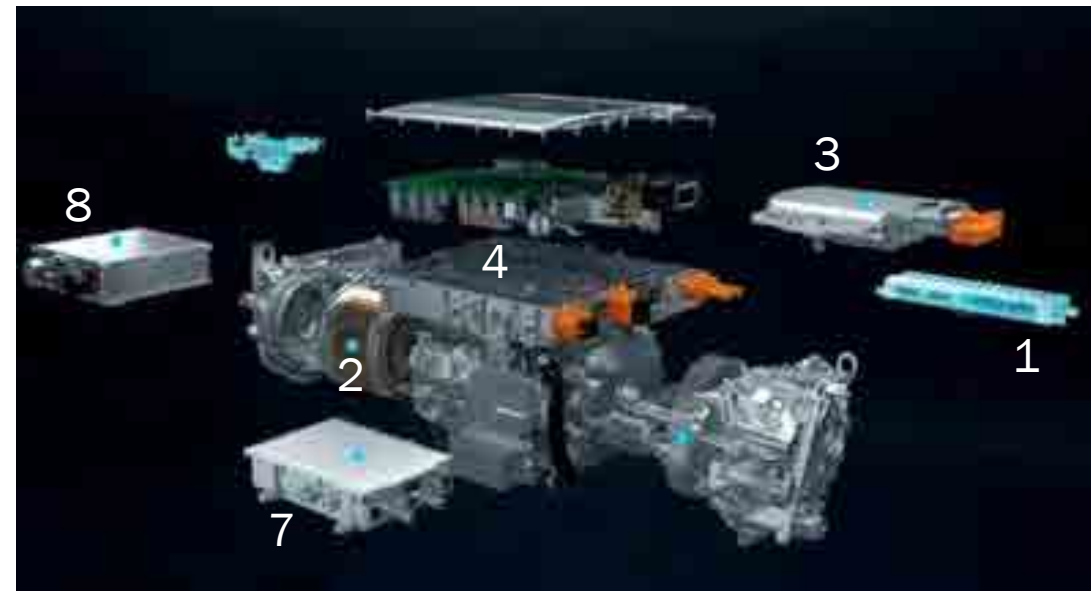
El- og hybridbiler

HV system opbygning.

Hovedkomponenter i et høj volts system.

I et højvoltssystem i en el- eller hybridbil findes et antal komponenter som er nødvendige, for at bilen skal fungere optimalt. Disse kan være følgende:

1) HV batteri	Traction Battery Pack	
2) Elmotor	Electric Motor	
3) Motorstyreenhed	Motor Control Unit	MCU
4) Strømfordelingsmodul	Power Distribution Unit	PDU
5) Elektrisk varmeelement	PTC Heater	PTC
6) AC kompressor	Electric AC Compressor	
7) AC ladeboks	On Board Charger	OBC
8) Tilbehørsmodul	DC-DC Converter	
9) Service afbryder	Manual Service Disconnect	MSD
10) HV ledningsnet	High Voltage Wiring Harness	
11) Ladeport	Charging Port	



Antallet af HV komponenter kan varieres alt efter hvad producenterne har tænkt ind i køretøjet.

HV system opbygning.

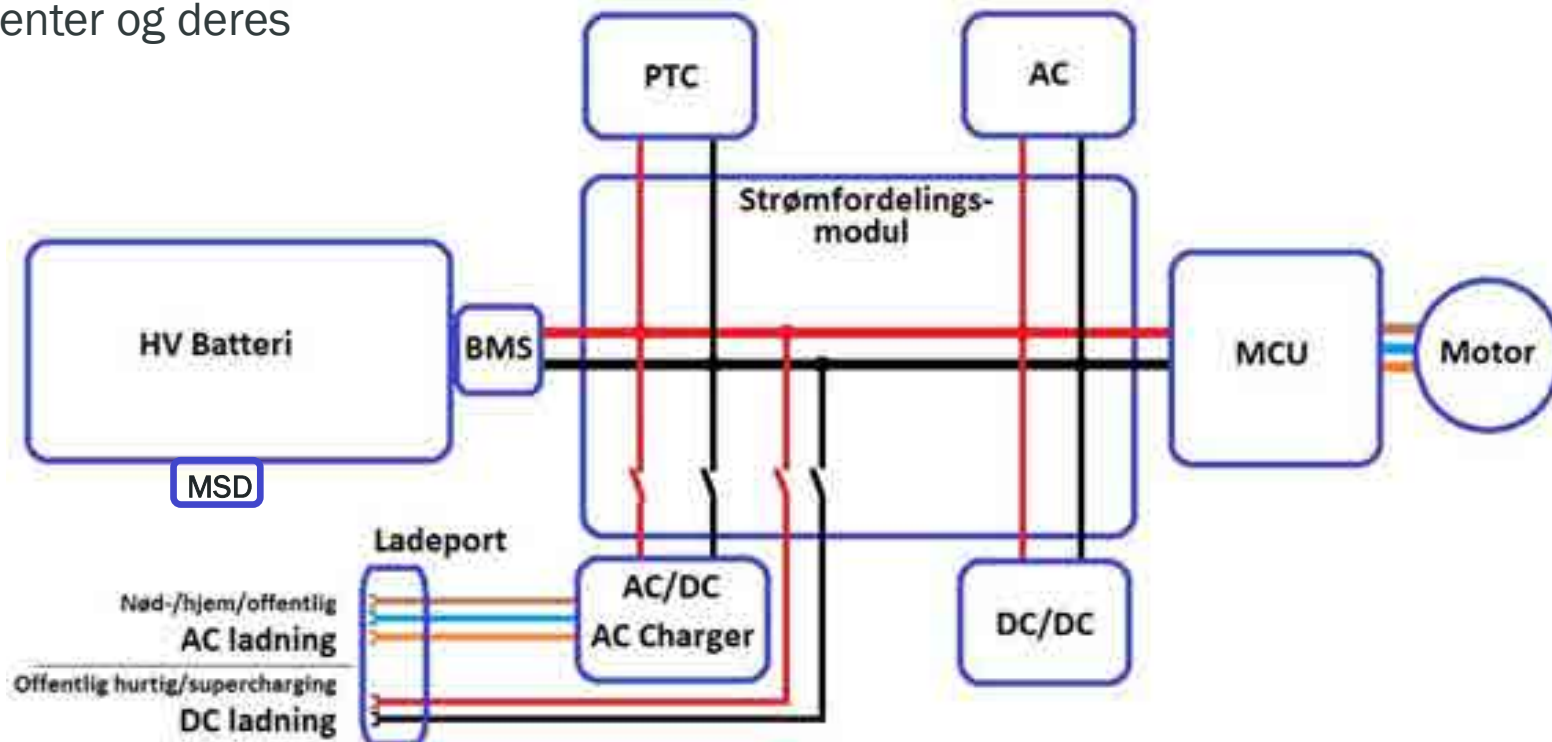
Hovedkomponenter i et høj volts system.

Overblikket viser de forskellige HV- komponenter og deres indbyrdes forbindelser.

Sammensætningen kan også variere mellem producenterne.

En eller flere af komponenterne kan være bygget sammen i en større enhed.

Identificeringen af komponenter kan gøres via ev. mærkater på komponenten eller via de orange HV-kabler.





HV batteri opbygning

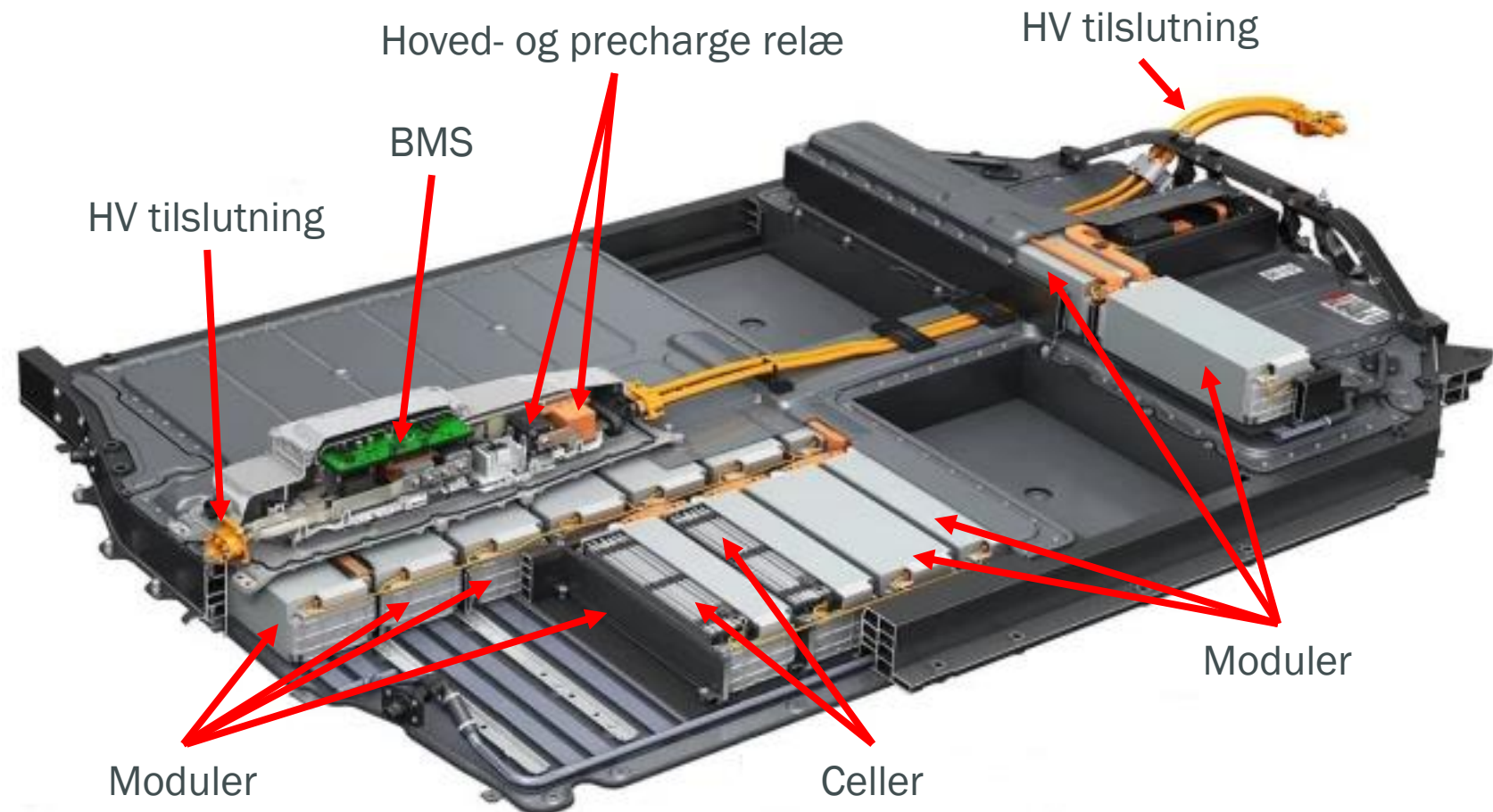
El- og hybridbiler

HV batteri opbygning.

HV batteri.

HV batteriet er elbilens "tank". Her gemmes den kemiske energi, som kan omdannes til elektrisk energi.

Batteri pakken indeholder bl.a. battericellerne (indordnet i moduler), styreelektronik (BMS), køle- varme system m.m., alt sammen pakket sammen i en stabil ramme, som beskytter mod stød, slag, støv og vandindtrængen.



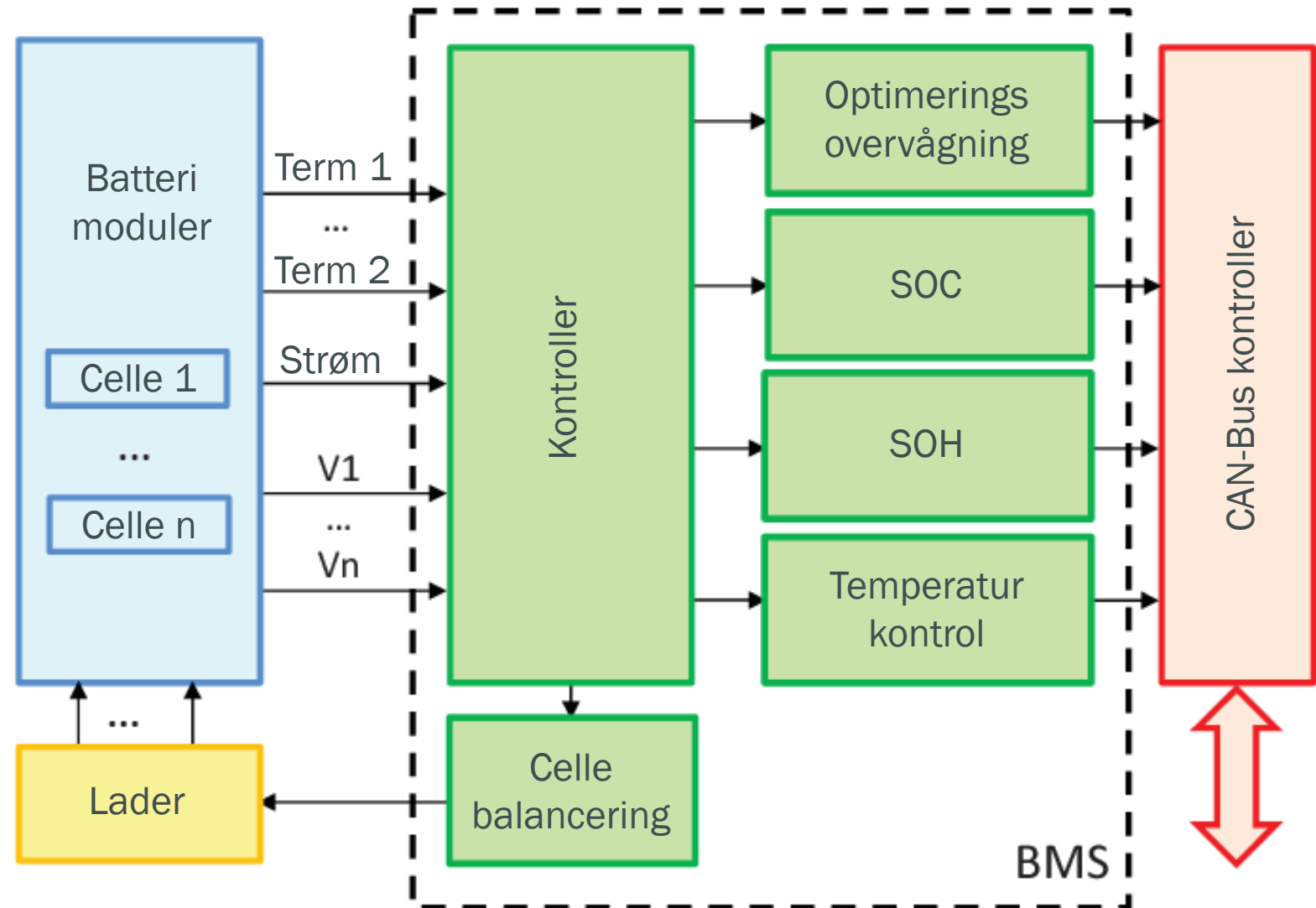
HV batteri opbygning.

BMS og overvågning.

BMS'ns hovedopgave er sikkerhed. Den overvåger frem for alt spændingsniveauer og temperaturer i moduler og celler.

Cellebalanceringen ser til at udjævne spændingsforskel mellem celler og moduler, både under op- og afladning. Ved opladning til 100% SOC, sker en finjustering af balanceringen. Tilladte forskel variere mellem producenter, men er normalt <50mV

BMS'ns samler også data over mængde strøm ind og ud for vurdering af bl.a. helbredstilstand og ladnings cyklus.



HV batteri opbygning.

BMS placeringer.

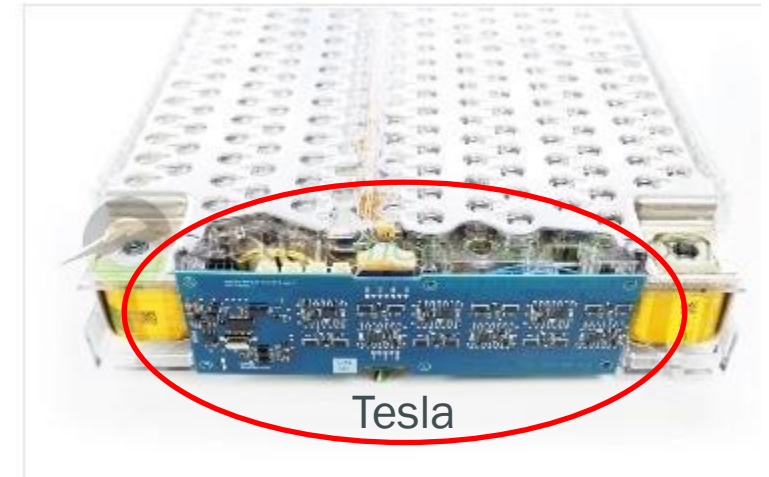
BMS kan være som en enhed, der overvåger alle moduler og celler i HV batteriet, eller flere mindre enheder, som overvåger et eller flere (2-3-4 moduler) moduler.



Citroen C-Zero



Renault Zoe



Tesla

HV batteri opbygning.

Hoved- og "Pre-charge" relæ.

I et HV system (100V+) er der et stort antal kondensatorer. Når strømmen slås til, er spændingen over kondensatorerne 0V og derfor vil kondensatorerne kunne tage imod mere end 100A.

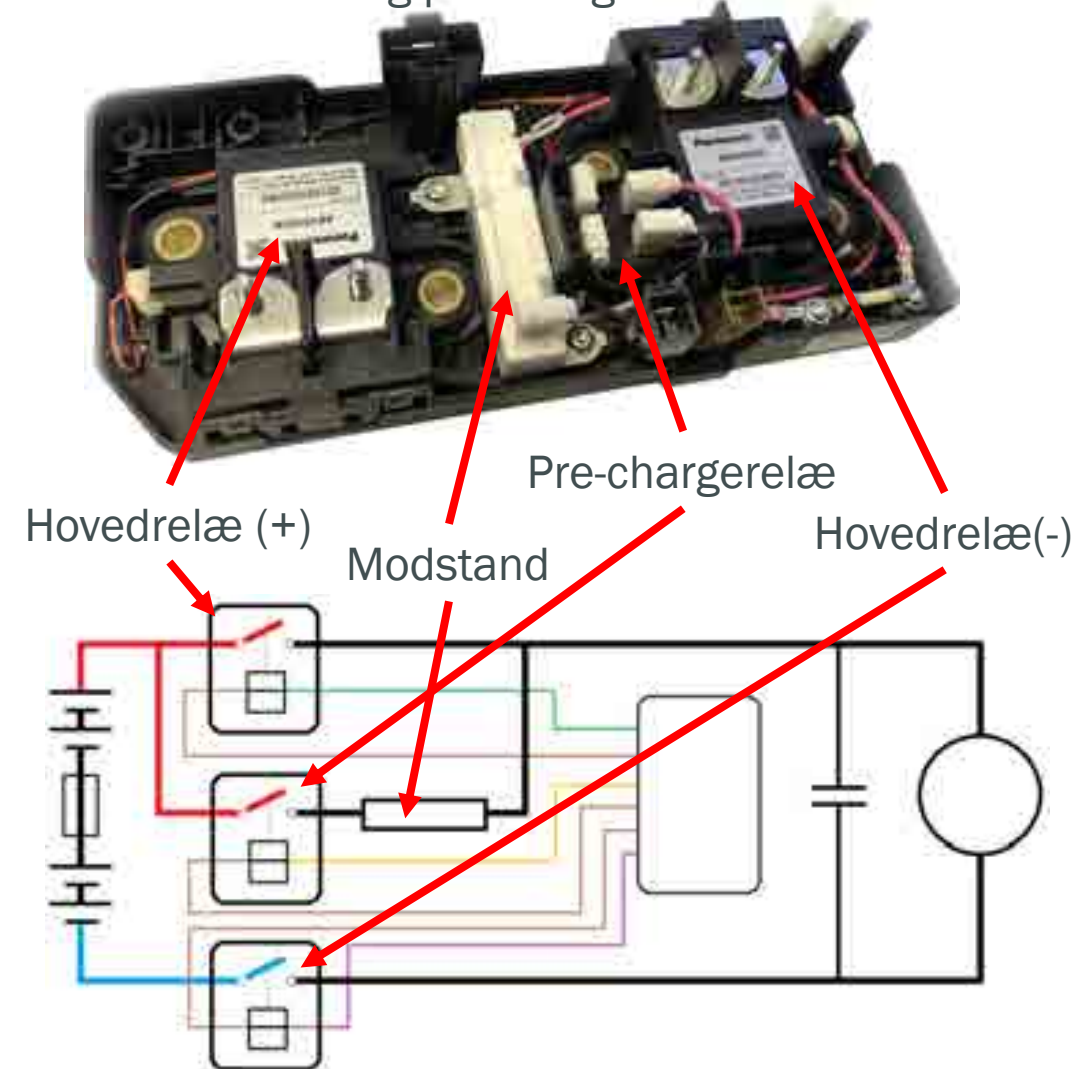
De kan ikke tåle den store strøm og vil blive ødelagt. Det samme gælder kontaktfladerne i bl.a. relæer.

Derfor er det nødvendigt at for-lade (Pre-charge) HV systemet og det sker via et såkaldt "Pre-charge" relæ.

Ikke alle systemer har 3 relæer (som ses på øverste billede) og det er sædvanligvis hovedrelæet på minus siden som ikke er på alle system.

Når strømmen skal indkobles, aktiveres først pre-charge relæet, som leder strømmen over en modstand, som sænker strømmen før den ledes videre til kondensatorer og det øvrige HV system. Når kondensatorerne er opladet (tager få sekunder), kobles hovedrelæet ind og pre-charge relæet åbnes, så strømmen kun flyder via hovedrelæet.

Hoved- og pre-charge relæ enhed



HV batteri opbygning.

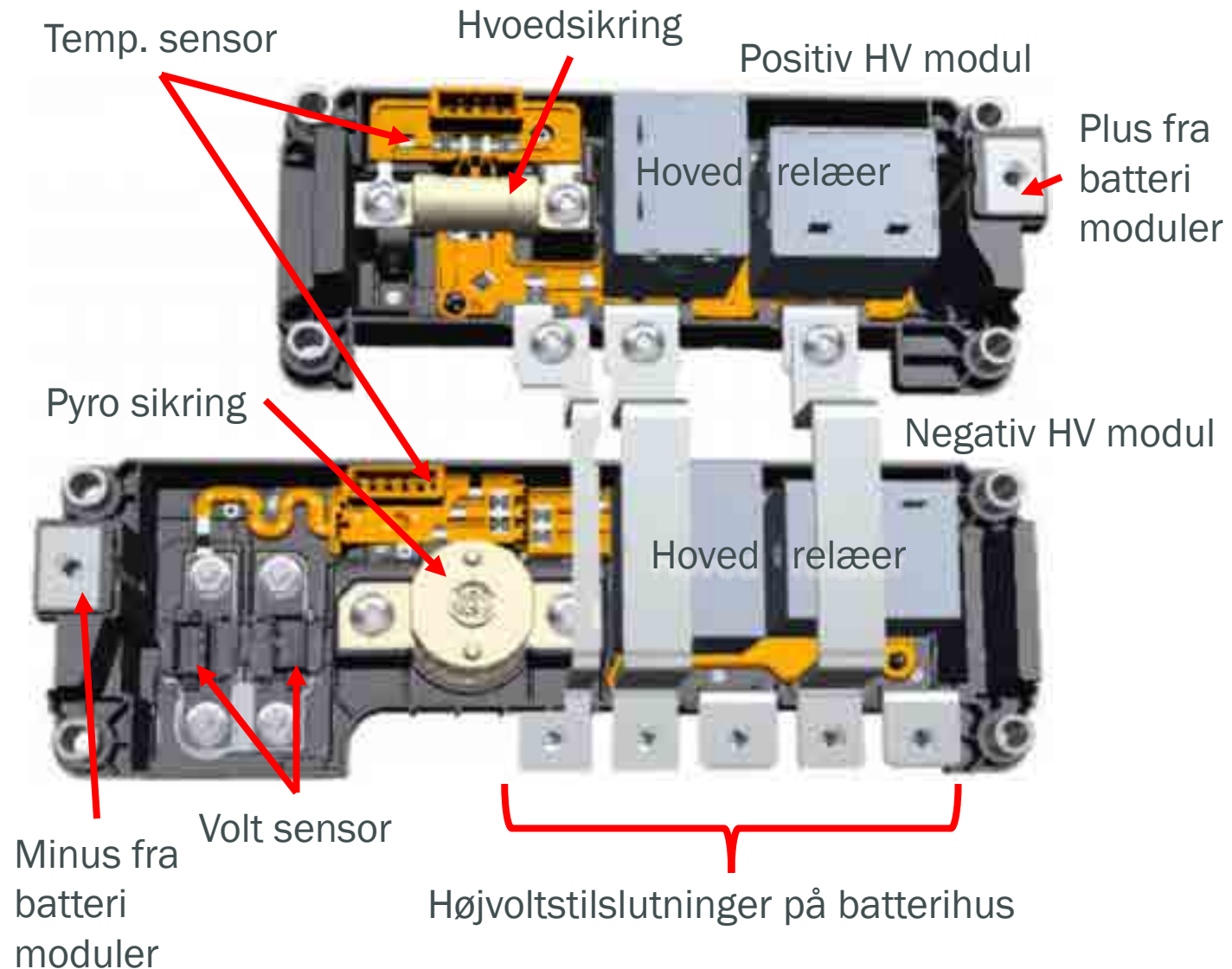
Øvrige funktioner i hovedrelæ boksen.

”Pre-charge” funktionen kan også være placeret i andre HV komponenter, f.eks. motorstyring.

Andre funktioner som kan findes i hovedrelæ boksen, kan f.eks. være volt- og temperatur sensorer.

Hovedsikringer (>150A) kan også være placeret andre steder i batteri boksen.

Visse biler har også en pyro sikring, som udløses tilsammen med airbags, selestrammer m.m.



Nogle spørgsmål???





HV modul og celle opbygning

EI- og hybridbiler

HV modul og celle opbygning.

Battericellerne forekommer i mange forskellige former, men mest almindeligt er:

Boks/kasse format



Cylindrisk format



Flad/pose format



HV modul og celle opbygning.

Batteri celle.

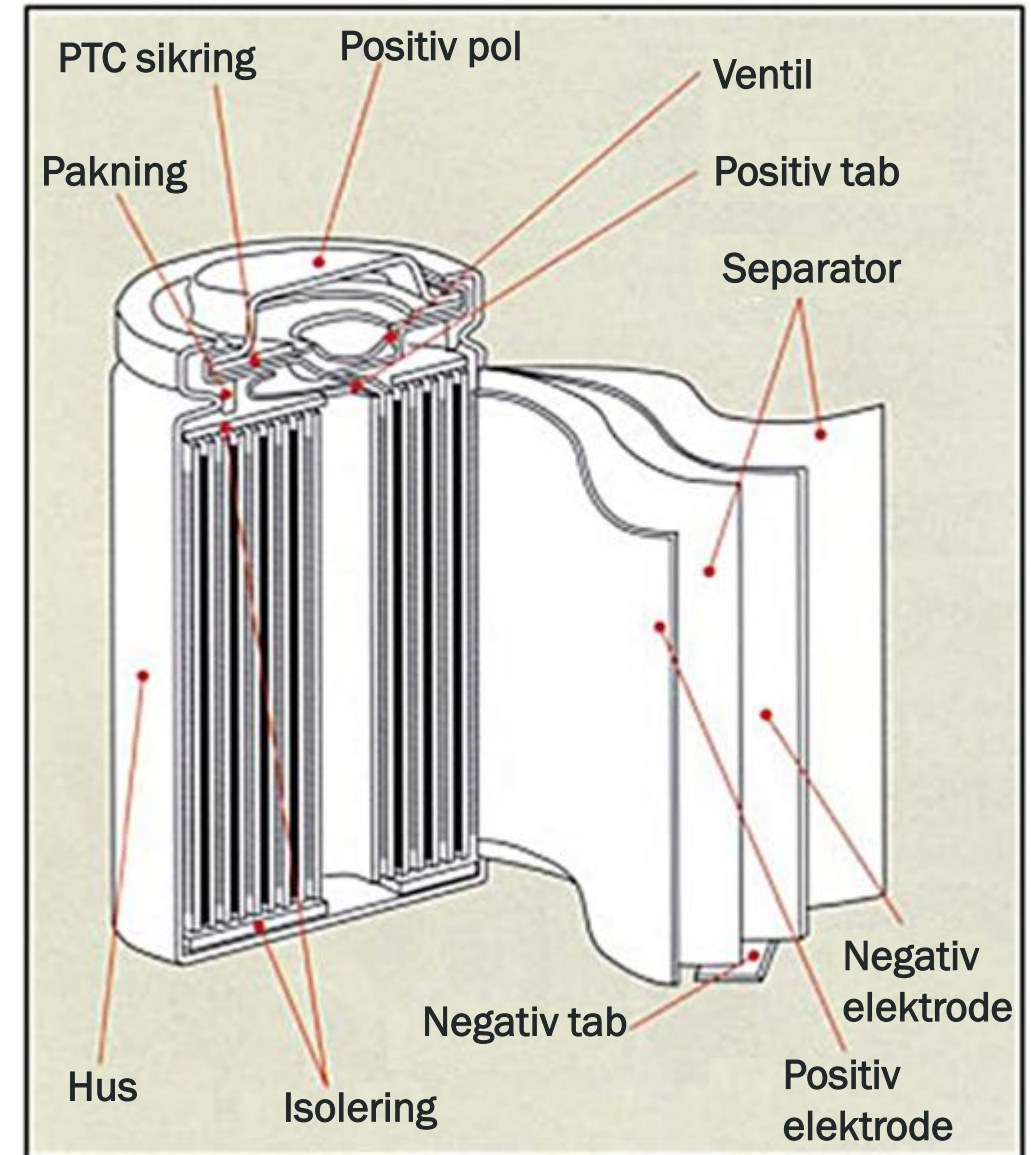
Opbygningen af en celle er nogenlunde ens i en boks, cylindrisk eller flad celle.

Som en lagkage ligger der et lager med Katoden (positiv), et lager med separatoren og så et lager Anoden (negativ), derefter en separator igen. Denne konstruktion ender som en fladcelle eller boks, eventuelt med flere lag.

Om lagkagen rulles som en roulade, får vi den cylindriske formen.

Cellen har en indbygget sikring i form af en PTC modstand.

Den positive pol på en cylindrisk celle, kan genkendes på ventil åbningen, som er der for at udligne en eventuel trykforskel i cellen.



HV modul og celle opbygning.

Battericellerne i et HV batteri er ofte placerede i moduler, som derefter er koblet sammen, for at opnå den ønskede spænding og effekt. Måden som de kan være sammensatte på, varierer en hel del mellem producenterne.

En typisk 3-trins opbygning kan være:

Boks format



En celle



Modul bestående af X antal celler



Batteripakke bestående af X antal moduler

Cylindrisk format

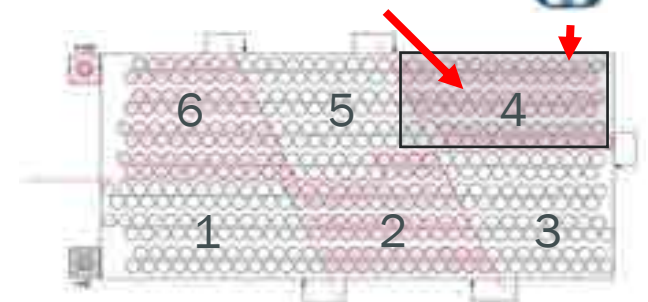


Nogle producenter (f.eks. Tesla) har en 4-trins opbygning:

Celle →



Brick →



Modul



Pakke

HV modul og celle opbygning.

Spændingsmåling af celler i et modul.

Ved identificering af celler i et HV batterimodul, skal cellen nærmest den negative pol, altid ses som celle nr. 1.



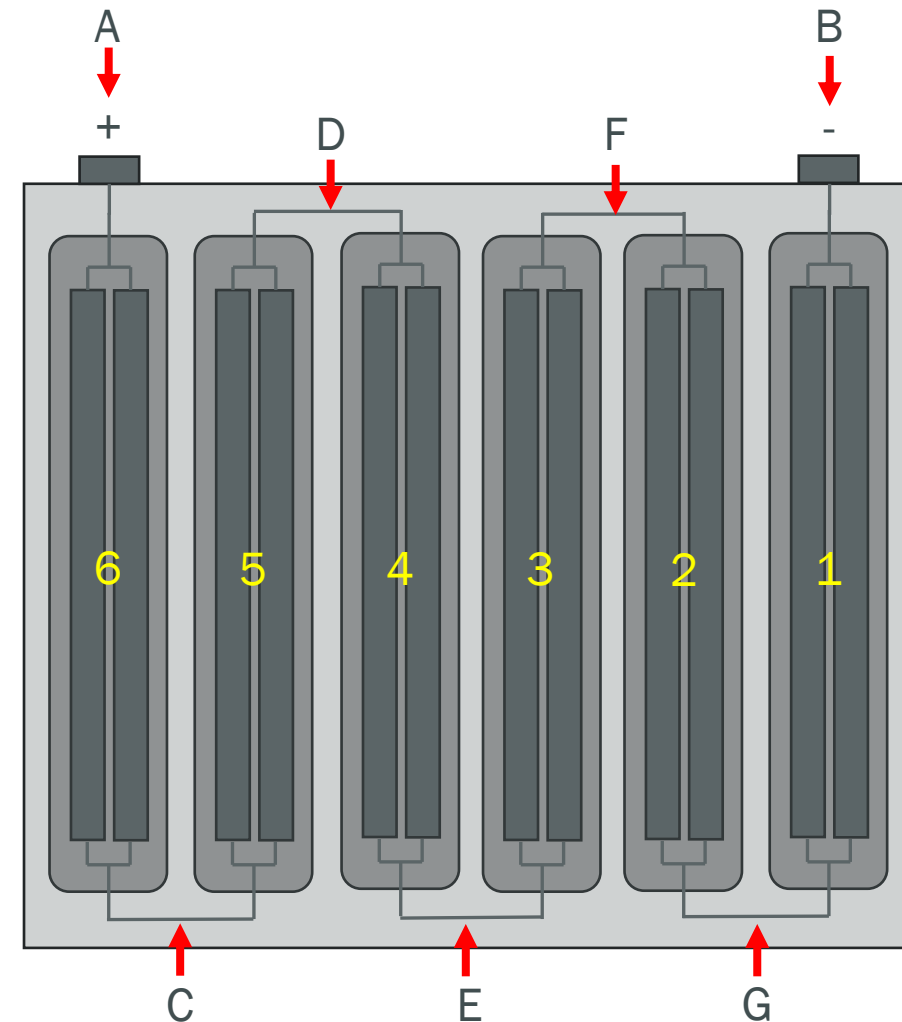
Ved måling mellem A og B, fås den totale modul spændingen, eks. 24V.

Ved måling mellem B og G, fås spændingen på celle 1, eks. 4V.

Mellem G og F, fås spændingen på celle 2, eks. 4V.

Måles mellem C og E, fås spændingen sammenlagt på celle 4 og 5, eks. 8V.

Lokalisér altid cellernes antal og sammenkobling, så langt det er muligt, før målingen påbegyndes.



HV modul og celle opbygning.

Eksempler på celle og modul sammenkobling.

Er det kun serielle eller
parallele koblinger?

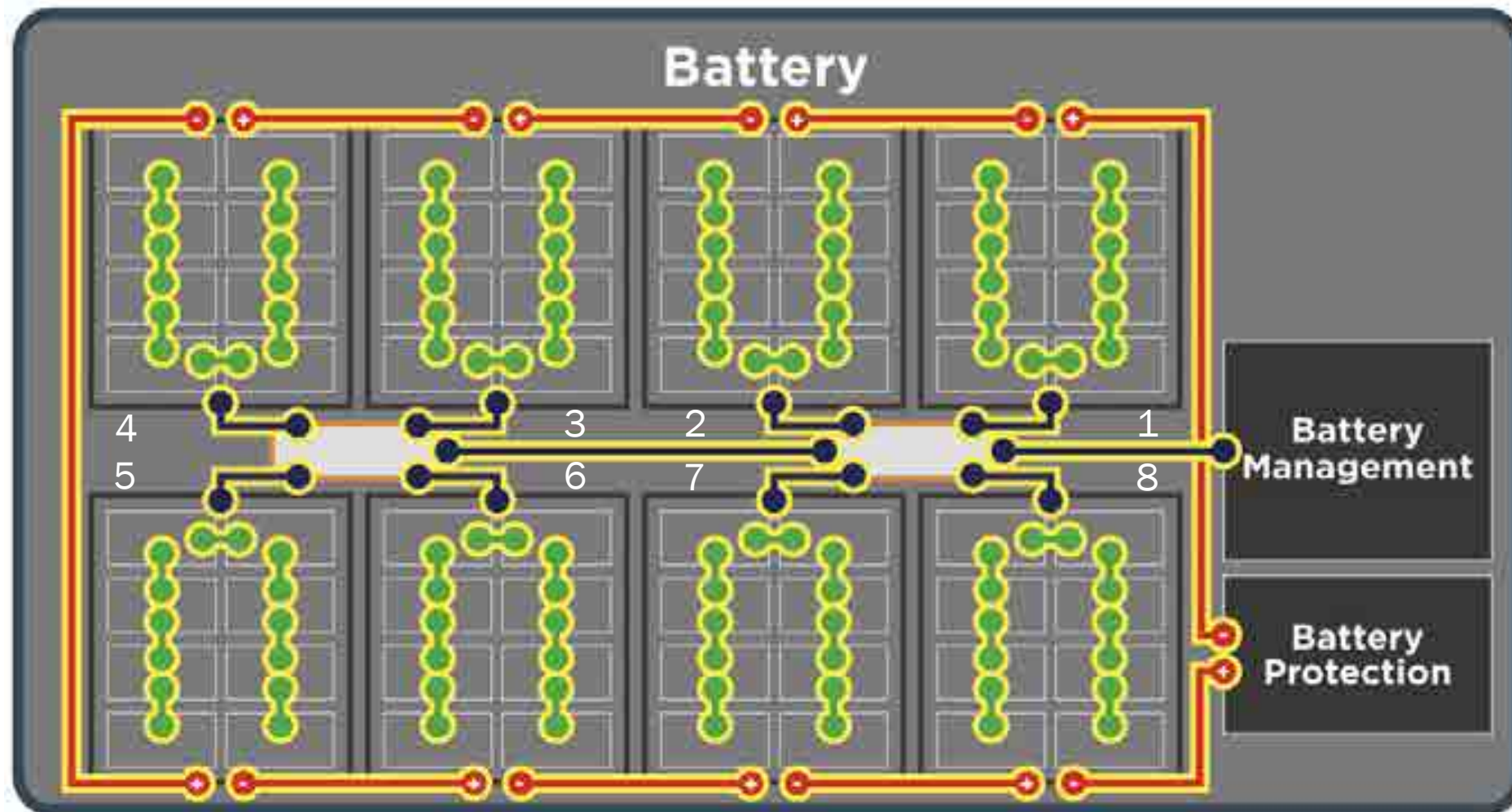
...eller en blanding af
både?




Og hvad er så total
spændingen på hele
batteriet, om vi har 4V per
celle?

Alle celler er serie koblet og
det samme er modulerne.

Total spænding:

$$8 * 8 * 4V = 256V$$



-  Cell-to-Cell Connections
-  Module-to-Module Connections
-  Battery Management Connections

HV modul og celle opbygning.



Litium- ion batterityper.

Litium batterier forekommer i mange forskellige kemiske sammensætninger, som har forskellige egenskaber og tekniske data.

Forekomne typer pt. er:

NMC = Litium-nikkel-mangan-kobolt-oxid (Lithium/**N**ickel/**M**anganese/**C**obalt/Oxide) LiNiMnCoO_2
(Autel/Bosch: Ternary lithium) Markeds andel: ca. 50%

LFP = Litium-jern-fosfat-oxid (**L**ithium/**I**ron (**F**erit)/**P**hosphate/Oxide) LiFePO_4
(Autel/Bosch: Lithium iron) Markeds andel: ca. 40%

NCA = Litium-nikkel-kobolt-aluminium-oxid (Lithium/**N**ickel/**C**obalt/**A**luminum/Oxide) LiNiCoAlO_2
(Autel/Bosch: Ternary lithium) Markeds andel: ca. 7%

LTO = Litium-titanium-oxid (**L**ithium/**T**itanate/**O**xide) Li_2TiO_3
(Autel/Bosch: Lithium titanate) Markeds andel: < 1%

HV modul og celle opbygning.



Litium- ion batterityper.

Litium batterier forekommer i mange forskellige kemiske sammensætninger, som har forskellige egenskaber og tekniske data.

Forekomne typer pt. er:

LMO = Litium-mangan-oxid (**L**ithium/**M**anganese/**O**xide) LiMn_2O_4
(Autel/Bosch: Lithium manganate) Markeds andel: < 1%

LCO = Litium-kobolt-oxid (**L**ithium/**C**obalt/**O**xide) LiCoO_2
(Autel/Bosch: ???) Markeds andel: < 1%

HV modul og celle opbygning.



Anmærkninger:

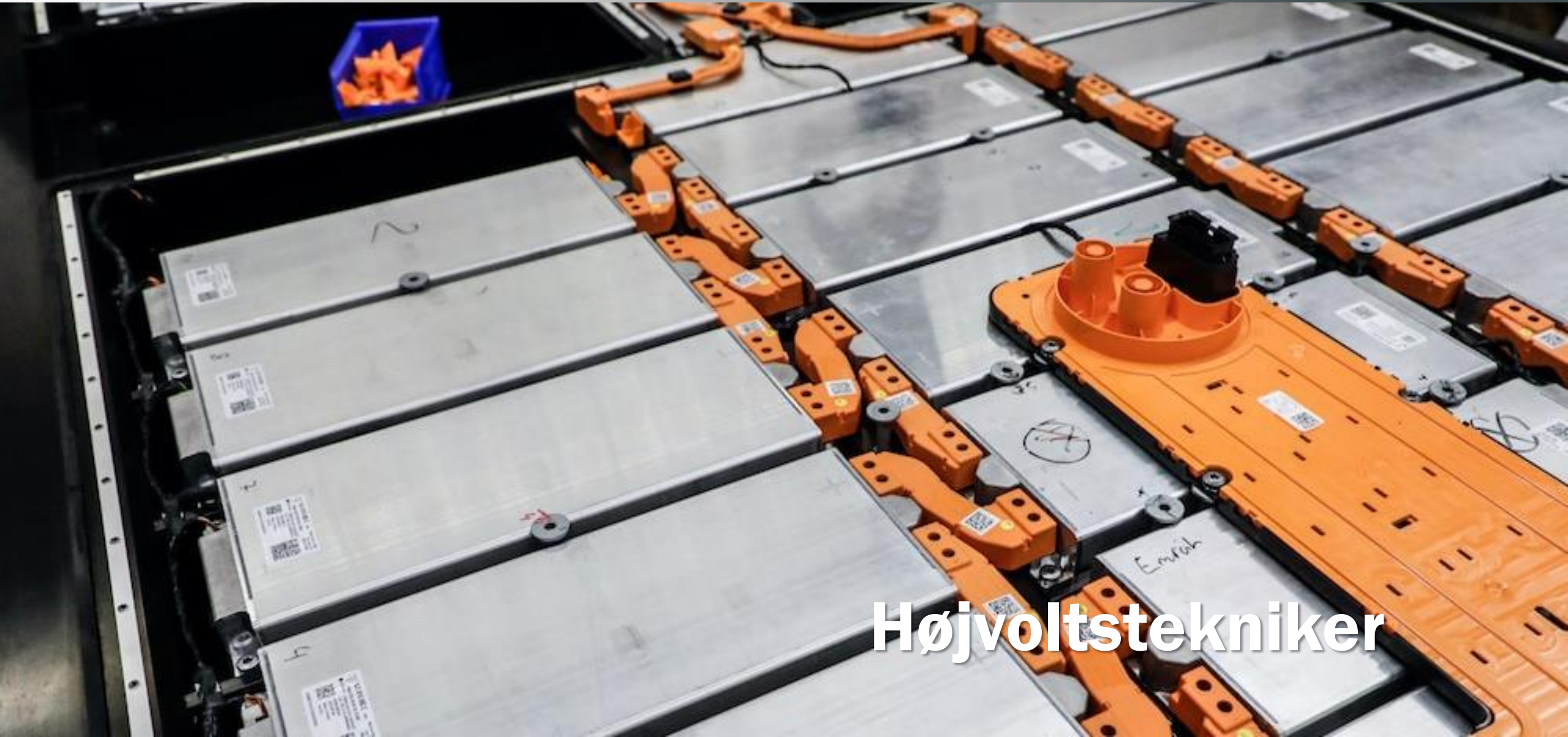
- * Energitæthed er en måleenhed på mængden energi som kan gemmes i batteriet. Power er en måleenhed for hvor god batteriet er til at afgive energi. Mest brugt er energi enheden.
- ** Charge-rate (C-rate) er en måleenhed for op- / afladningshastighed / effekt (se næste side).
- *** Arbejdsspænding er normalt celledspændingen mellem afladet (0% SOC) og fuldt opladet (100% SOC).
- **** Kritisk temperatur grænse. Overskrides værdien sker interne uoprettelige skader og risikoen for brand er stor.

- 1) Over 1C forkorter livstid, ladning skal stoppes når strømmen (A) flader ud til 0,05C.
- 2) Dybe afladninger og lave temperatur forkorter levetiden.
- 3) Høj ladehastighed øger temperaturen til kritisk niveau.

Nogle spørgsmål???



Velkommen til dag 3...



Højvoltagekniker

Hmmm...hvad var det nu i går?



Hvad er en empirisk lov?
(??)



Einstein's relativitetsteori er...?
(????)





HV tilpasning og kontroludstyr

El- og hybridbiler

Tilpasning og kontroludstyr.



Arbejdsproces på et HV-batteri.

Vi kan tænke os to typer af arbejde på et HV-batteri:

Service og/eller reparation.

Uanset om vi skal det ene eller det andet, vil processen betyde at HV-batteriet skal åbnes. Både før vi åbner HV-batteriet, mens vi arbejder på det og når vi samler den igen, er der procedure som skal følges.

Disse procedurer kræver specialiseret udstyr. Tester har vi set på, men vi skal også bruge andre typer af udstyr.



Tilpasning og kontroludstyr.



Arbejdsproces på et HV-batteri.

Før HV-batteriet åbnes, skal en "pre-scan" udføres. Med en tester udlæses diverse parameter (og gemmes) til brug senere i processen. HV-batteriet bør også trykprøves, før det adskilles og en isolationstest bør også udføres.

Arbejde i det åbne HV-batteri, vil måske kræve en nærmere kontrol/diagnose/service (balancering etc.) af moduler/celler eller ved udskiftning af moduler, er der ofte et behov for op- eller afladning af de nye moduler. Efter reparation, service eller udskiftning, bør isolationskontrol også udføres, for kontrol af det udførte arbejde.

Når HV-batteriet er samlet igen og før det monteres i køretøjet, skal en tryk test udføres igen. Når batteriet er plads i bilen, skal en isolationstest gøres og en prøvetur gennemføres og en "post-scan" med tester, før køretøjet leveres til kunden igen.

Her har vi behov af udstyr som trykprøve, balancerer celler og op- /aflade.



Tilpasning og kontroludstyr.

Tilpasning- og kontrol udstyr.

Højvoltsbatteriladere.

Frem for alt ved lagerføring og transport af HV batterier, kan det være nødvendigt at justerer ladningsniveauet på batterier / moduler, som ikke er monteret i et køretøj.

Ved udskiftning af HV moduler i en batteripakke, kan det også være nødvendigt at justerer spændingsniveauet op eller ned, for at tilpasses til de øvrige moduler i pakken.

Til dette skal en HV batteri af- og oplader benyttes.

Maskinerne bør ikke anvendes fuld opladning (> ca. 80%) af moduler. Til dette bør en cellebalanceringsmaskine benyttes.



Autel MaxiEV CDT100



ENS-1210DC



DV POWER BLX-A



Bosch BAL2260

Tilpasning og kontroludstyr.

Tilpasning- og kontrol udstyr.

Modul/cellebalanceringsmaskine.

Ved udskiftning af defekte moduler eller celler i et HV batteri, skal det nye modulet med cellerne tilpasses til samme spændingsniveau som resten af HV batteriet har.

Det kan gøres med en "cellebalanceringsmaskine", som programmeres til oplade eller aflade den/de aktuelle celler/moduler til samme spændingsniveau som resten af HV batteriet ligger på.

Maskinerne er ikke velegnet til dissideret opladning af moduler fra en lav SOC (< ca.80%), da det vil blive en meget tidskrævende process. Til dette bør en HV-batteri/modul oplader benyttes.



Autel MaxiEV BMB200



Midtronics XMB-9640



Bosch BCB5524

Tilpasning og kontroludstyr.

Tilpasning- og kontrol udstyr.

Tæthedskontrol.

Et HV batteri som skal åbnes for kontrol/reparation, skal både *før* åbningen og efter sammensætningen, kontrolleres for utætheder.

Normalt skal batterikassen trykprøves, men vakuum test forekommer også.

Et ev. væskekølesystem i HV batteriet skal også trykprøves.



ElektroPartner
Easy Leak Pro



Bosch BTD101



Autel MaxiEV ALT100L

Nogle spørgsmål???





BMS Cellebalancering

Funktioner

BMS cellebalancering.

Hvorfor cellebalancering?

Cellebalancering spiller en central rolle i at opretholde SOH og sikkerheden i litiumbatterier og er integreret i Batteri Management System (BMS).

Når individuelle litiumceller, hver med små fremstillingsforskelle, er forbundet i serie for at opnå den ønskede udgangsspænding for et system, kan der opstå ubalancer i lade niveauer under batteriets opladnings- og afladningscyklusser.

Disse ubalancer kan føre til celleafvigelse, hvilket resulterer i et fald i batteriets samlede brugbare kapacitet. Desuden kan betydelige ubalancer skabe sikkerhedsrisici, herunder muligheden for overophedning og/eller svigt af cellerne.



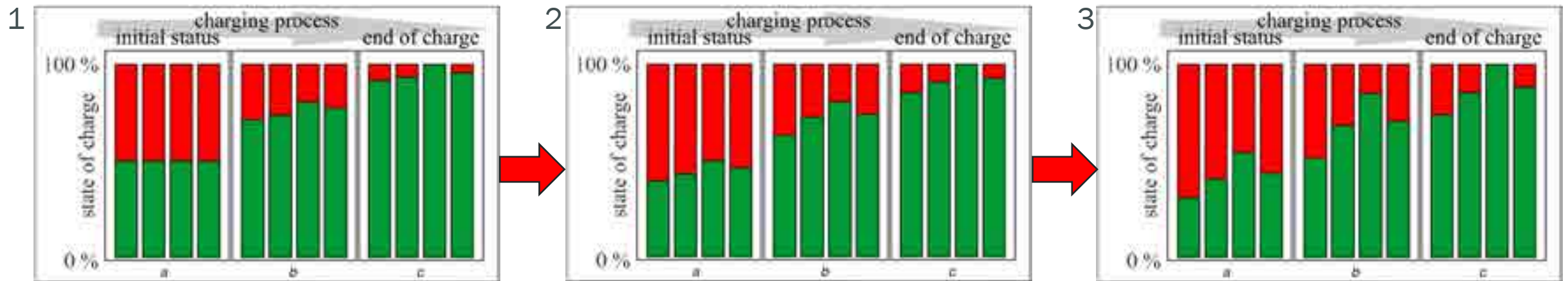
BMS cellebalancering.

Hvad sker der under opladning af celler i serie?

Når lade processen startes på et delvis afladet batteri med celler i serie (1a), vil strømmen flyde igennem samtlige celler. Pga. små afvigelse i hver battericelle, vil de enkelte celler optage forskellige mængder energi under samme tidsperiode (1b) og når den første celle opnår fuld opladning (maksimum spænding), stoppes lade processen (1c) af BMS'en.

Hvis lade processoren forsætter til sidste cellen også er fuldt opladet, vil de første cellerne over- oplades og det vil medføre beskadigelse af cellerne og betydeligt øget risikoen for over ophejning.

Hvis vi lader den hurtigste cellen afgøre hvornår lade processen standses, vil vi tabe mere og mere af den totale kapacitet i batteriet, for hver kommende lade process (2 og 3).



BMS cellebalancering.

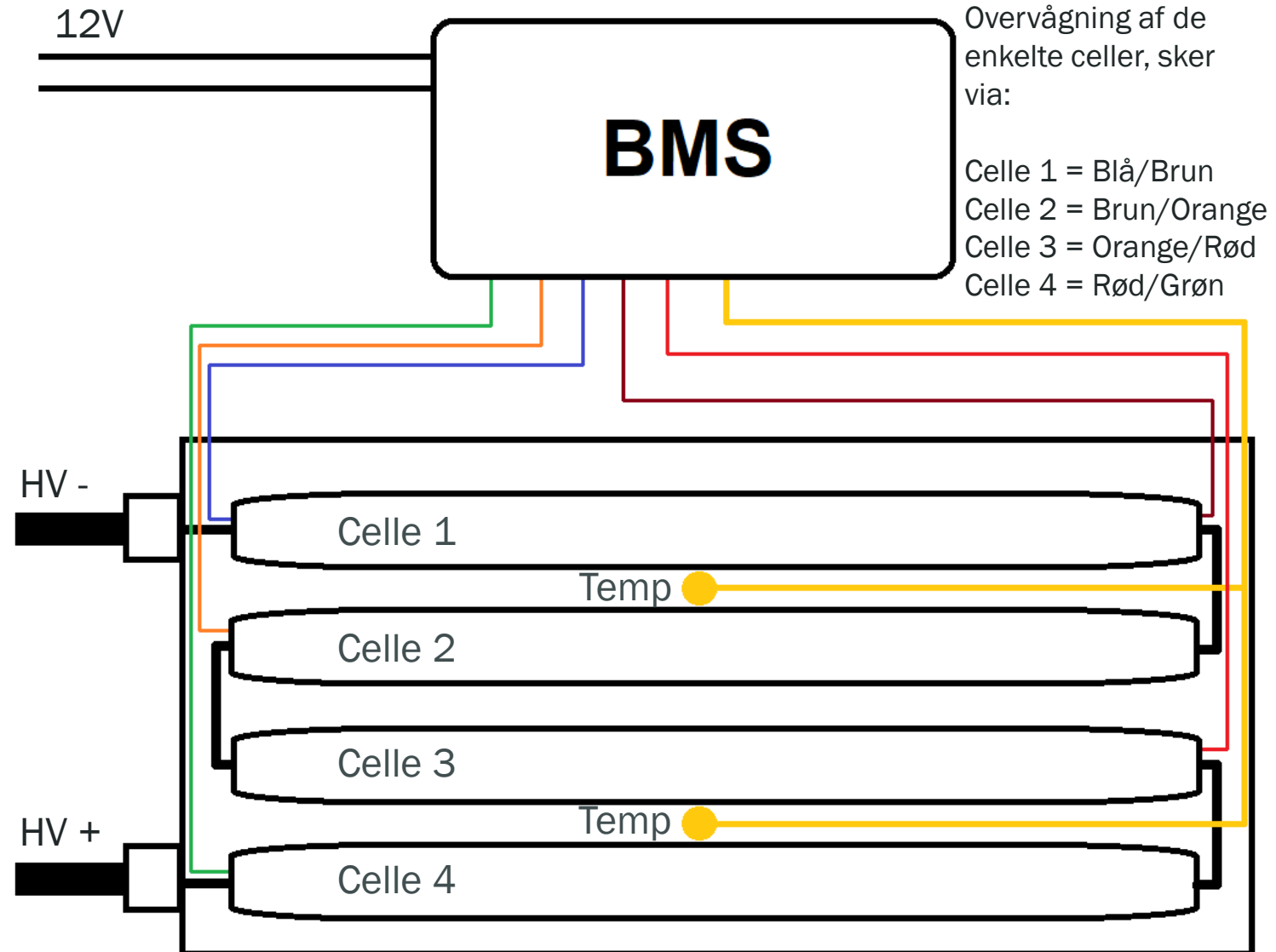
Hvordan fungere cellebalancering?

BMS'en overvåger via tilslutninger til den enkelte celle, samtlige celler i batteriet på spænding, intern modstand og temperatur.

Lade strømmen kommer ind i batteriet via HV-tilslutningerne og BMS'en kan derfor måle spænding på de enkelte celler under lade processen.

Når BMS'en kan måle at en celle er fuldt opladet, skal BMS'en tilse at den aktuelle celle ikke tilføres mere energi.

Dette sker via cellebalanceringsfunktionen, som kan være en passiv eller aktiv process.



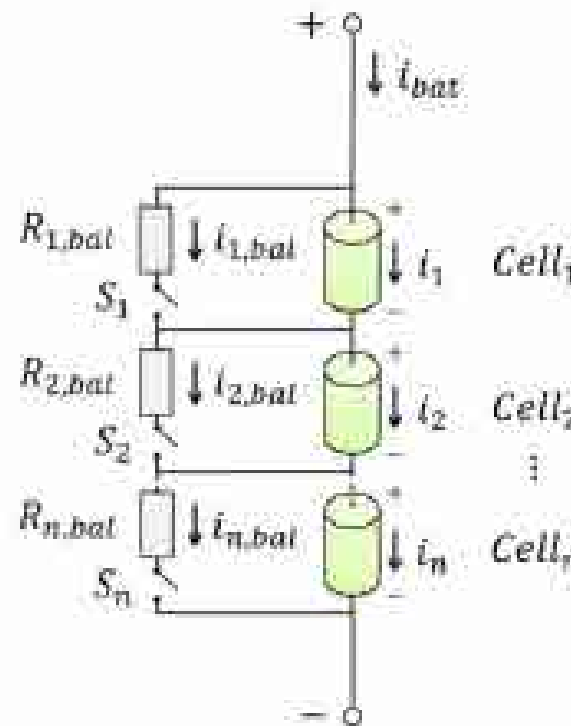
BMS cellebalancering.

Passiv eller aktiv cellebalancering?

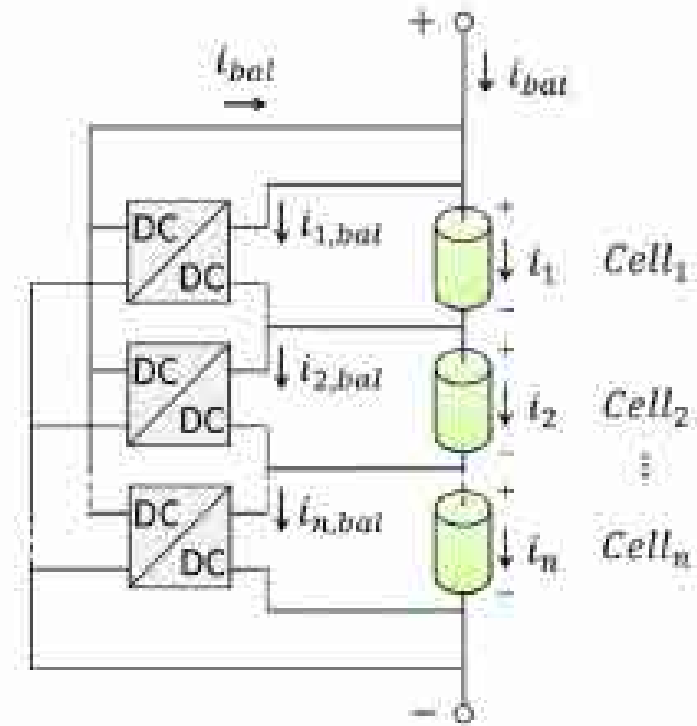
Passiv balancering sker via modstande og er en enkel, billig og ukompliceret metode. Desværre så er den også langsom, ikke så præcis, tillade kun små strømme og kan normalt kun udføres under opladninger som køres helt op til 100%. Dette er den mest brugte metoden i dag.

Aktive balancering sker via en avanceret elektronik for hver celle og er betydeligt hurtigere, pga. at den kan gøres med store strømme og under både op- og afladninger. Desværre så gør den avancerede elektronik og antallet af komponenter at konstruktionen er noget dyrere at producere og den optage en del mere plads i batteripakken.

Passiv balancering



Aktiv balancering



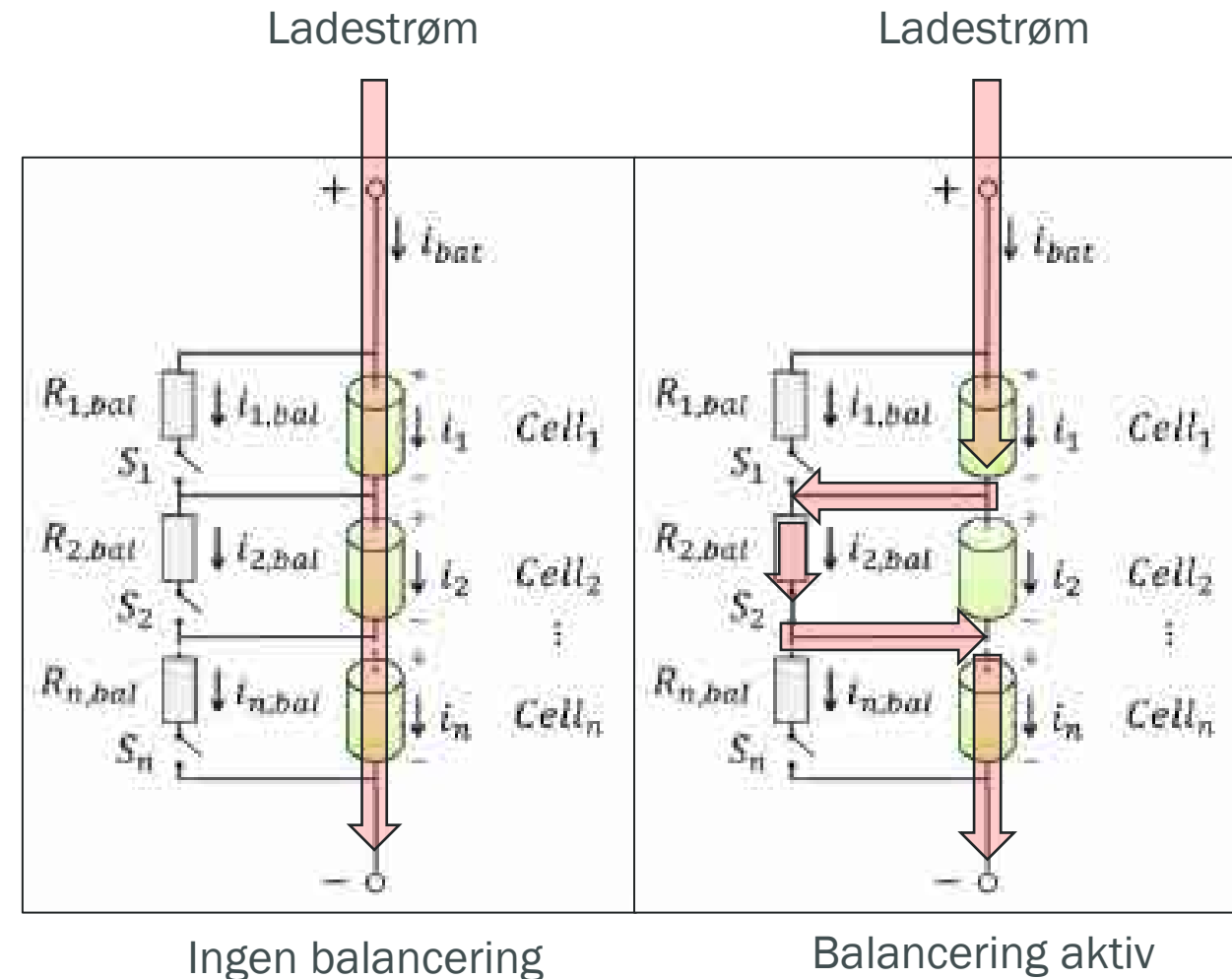
BMS cellebalancering.

Passiv cellebalancering.

Når en celle opnår 100% SOC (eller max. delta spænding overskrides), kobles en modstand ind parallelt med den aktuelle celle og ladestrømmen ledes via modstanden forbi cellen så den ikke får tilført mere energi (eller tappes).

Ved de lidt mere avancerede passive balanceringsmetoder, kan BMS'en også sende ladestrøm ud til den enkelte celle via overvågningsforbindelserne, men strømmen er lille (få mA) og tager derfor lang tid at gennemfører.

Den energi, som under balancering ledes via modstande, "brændes" af og det gør at der spildes energi. Det kan påvirke udnyttelsen af energien i batteri pakken negativt = kortere rækkevidde.



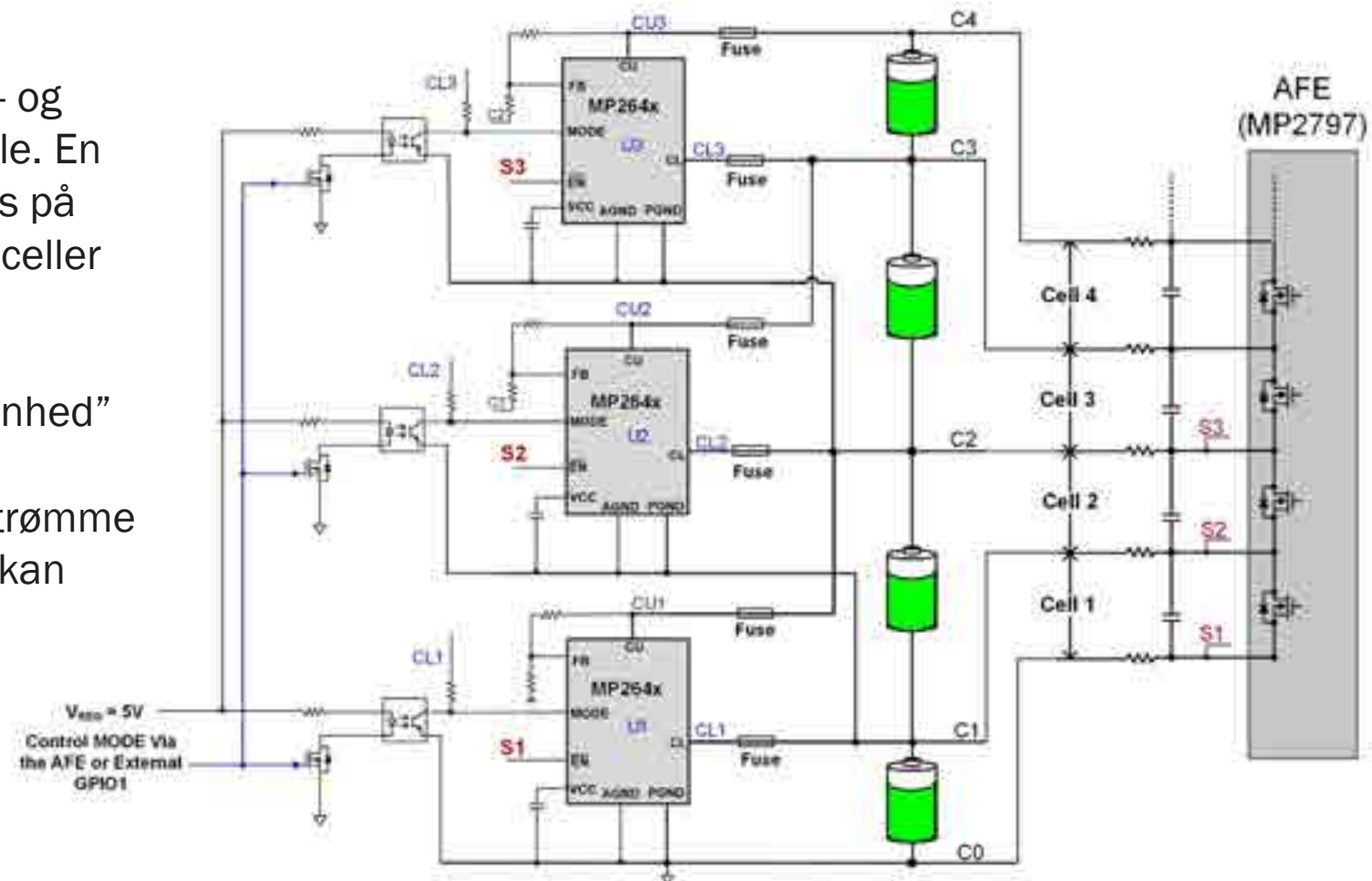
BMS cellebalancering.

Aktiv cellebalancering.

Med den mere avancerede elektronik, kan op- og afladningsstrømmen styres for hver enkelt celle. En celle kan "frakobles" nettet og separat drænes på energi som ledes ud på nettet og videre til de celler som har en lavere SOC = mindre spild.

Hver enkelt celle har i princip sin egen "styreenhed" og det gør at konstruktionen er meget dyrere. Fordelene er muligheder for at sende større strømme (<5A), hvilket gør processen hurtigere og den kan også gøres mere nøjagtig.

Aktiv balancering er i dag ikke så udbredt, men vi vil nok se mere til den i fremtiden.



BMS cellebalancering.

Cellebalanceringsaktivitet.

På nogle køretøjer/ladebokse kan man følge cellebalanceringsaktiviteten og den kan f.eks. se således ud:

Lade processen kører med normal styrke.

Første cellen/cellerne har nået 100% SOC og balanceringsprocessen er aktiveret. Dette giver et mindre strømforbrug, som kan aflæses.

Nedtrapningen af strømforbruget fortsætter, alt efter som flere og flere celler når 100% SOC.

På et tidspunkt er samtlige celler opladet til 100% SOC og ladningen stoppes.

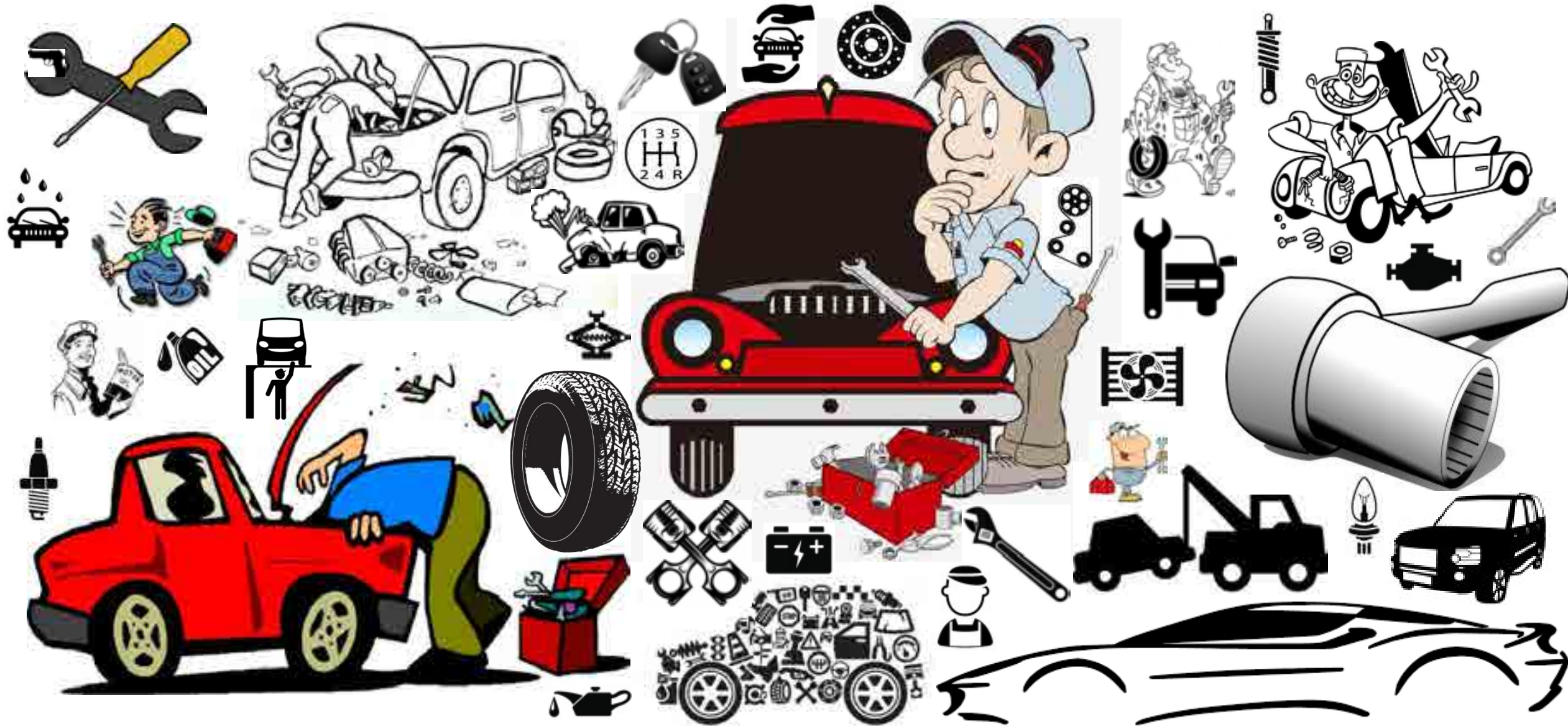


● Effekt ● Strøm ● Spænding

Nogle spørgsmål???



Praktikopgaver



Tak for i dag...

