

Elevens e-bog

September 2024



**Co-funded by
the European Union**

Finansieret af Den Europæiske Union. De synspunkter og meninger, der kommer til udtryk, er dog udelukkende forfatternes og afspejler ikke nødvendigvis Den Europæiske Unions eller Det Europæiske Forvaltningsorgan for Uddannelse og Kulturs (EACEA) synspunkter. Hverken EU eller EACEA kan holdes ansvarlige for dem.

INTRODUKTION

EVTECH-projektet har til formål at øge udbuddet, kvaliteten og relevansen af erhvervsuddannelser i bilindustrien for at imødekomme de nye erhvervsmæssige behov og manglende matchning af kompetencer som følge af den stigende udbredelse af elbiler. Projektet har udviklet et læringscurriculum med arbejdsbaserede læringsmuligheder inden for service, vedligeholdelse og reparation af elbiler. Ud over typiske elbilspecifikke vedligeholdelses-/reparationsprocedurer er der fokus på aspekter, som i øjeblikket mangler i eksisterende kurser (f.eks. IT-systemer, datavisualisering og sikkerhedsprotokoller).

Denne e-bog er en indgang til EVTECH-kurset, og den er baseret på strukturen i projektets læseplan. Målet er at give et kort, omfattende overblik over kurset, der er udviklet af EVTECH-konsortiet og specifikt partnere, der er direkte involveret i bilindustrien, nemlig FREMM (Spanien), CKZ (Polen) og CELF (Danmark). Kurset henvender sig til bilteknikere og studerende på erhvervsuddannelser (I-VET) i bilteknikerprogrammer, som ønsker at udvide deres tekniske viden og digitale færdigheder samt at holde trit med tendenser i sektoren for at kunne klare nye krav på arbejdspladsen.

INDHOLDSFORTEGNELSE

INTRODUKTION.....	2
MODUL 1: EV ESSENTIALS.....	4
1.1 OVERSIGT OVER EV-TEKNOLOGI	4
1.2 AKTUELT TILGÆNGELIGE IMPLEMENTERINGER	5
1.3 EV-ARKITEKTUR (HOVEDKOMPONENTER)	6
1.4 ENERGILAGRINGSSYSTEMER	8
1,5 BATTERIOPLADNING.....	9
1.6 DRIFT AF ELEKTRISKE MOTORER	10
MODUL 2: KØRETØJETS ELEKTRICITET OG ELEKTRONIK.....	12
2.1 LDC-KØRETØJERS ELEKTRISKE KREDSLØB - MAGNETISMENS PRINCIPPER OG EGENSKABER ANVENDT PÅ KØRETØJERS KREDSLØBSENHEDER	12
2.2 FORTOLKNING AF LEDNINGSDIAGRAMMER.....	12
2.3 Udstyr til beskyttelse af kredsløb	13
2.4 JORDINGSPRINCIPPER OG -METODER.....	14
2.5 DIAGNOSE, REPARATION OG VEDLIGEHOJDELSE AF ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE SYSTEMER	15
MODUL 3: PRAKTISK ANVENDELSE AF EV-TEKNOLOGIER OG MÅLING PÅ HV-SYSTEMER	16
3.1 GRUNDLÆGGENDE HØJSPÆNDINGSSYSTEM FORKLARET - FULD HYBRID	16
3.2 GRUNDLÆGGENDE HØJSPÆNDINGSSYSTEM FORKLARET - PLUG IN-HYBRID	17
3.3 GRUNDLÆGGENDE FORKLARING PÅ HØJSPÆNDINGSSYSTEMET - FULDT ELEKTRISK KØRETØJ	18
MODUL 4: BATTERIER OG BMS	19
4.1 INTRODUKTION TIL BATTERITEKNOLOGI - ELEKTRICITET	19
4.2 ANVENDELSE AF HØJSPÆNDINGSBATTERIER	21
4.3 BATTERIER, HERUNDER BMS, I EL- OG HYBRIDBILER	22
MODUL 5: EV SIKKERHED PÅ ARBEJDSPLADSEN	22
5.1 POTENTIELLE RISICI OG UDFORDRINGER UNDER EV-REPARATION, HÅNDBETINGET VEDLIGEHOJDELSE.....	22
5.2 ELEKTRISK INSTALLATION OG FUNKTIONEL SYSTEMSIKKERHED.....	23
5.3 SIKKERHED I BATTERISYSTEMET.....	25
5.4 VÆRKTØJ OG Udstyr til elbilteknikere	27



MODUL 1: EV ESSENTIALS

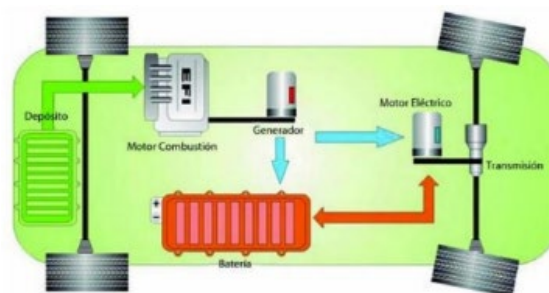
1.1 OVERSIGT OVER EV-TEKNOLOGI

Hybride elektriske køretøjer (HEV)

Driften af et hybridkøretøj (HEV - Hybrid Electric Vehicle) er baseret på kombinationen af to typer motorer, en elektrisk og en konventionel (forbrændingsmotor) gennem et hybridstyringssystem og en batteripakke. Generelt fungerer et hybridkøretøj som et konventionelt køretøj, der har fået tilføjet en elmotor.

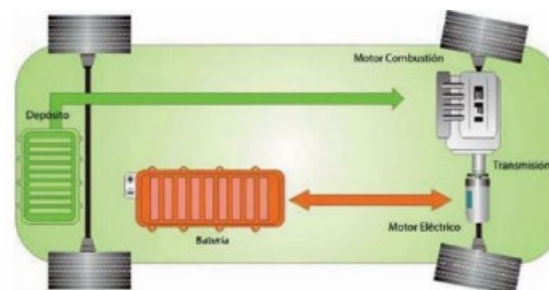
Serie af hybridkøretøjer

Dette køretøj drives udelukkende af den elektriske motor takket være den elektriske energi, der leveres af en generator, som drives af en forbrændingsmotor (ICE).



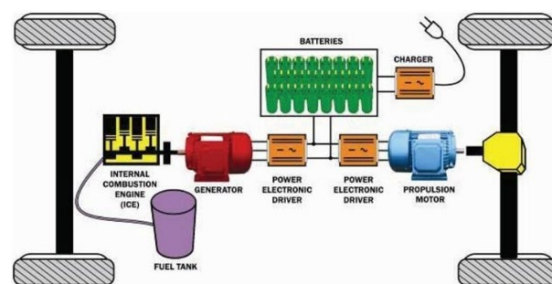
Parallele hybridkøretøjer

I hybridbiler med parallelarkitektur arbejder både forbrændingsmotoren (ICE) og den elektriske trækraftmotor (TEM) samtidigt for at sætte bilens hjul i bevægelse.



Elektriske plug-in-hybridkøretøjer (PHEV)

Plug-in-hybridbiler (PHEV), uanset om de er serie- eller parallelhybrider, har et batteri, der er klar til at blive opladet ikke kun via den elektriske generator, der er installeret i selve køretøjet, men også ved at tilslutte det til det eksterne elnet (i en bygning, ved en ladestation osv.).



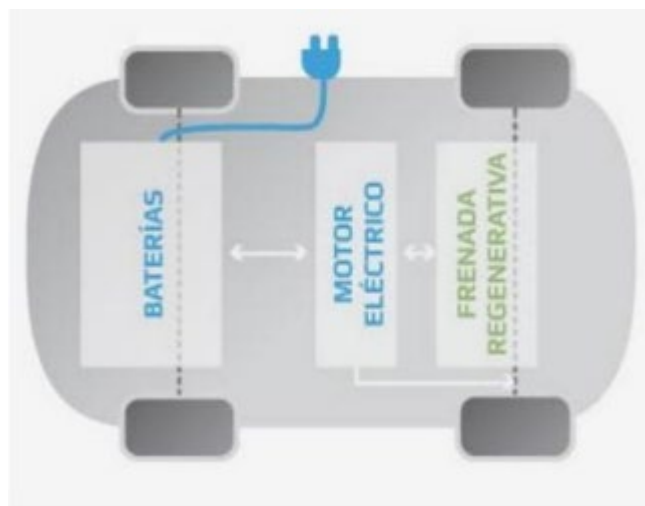
Ikke-stikbare hybridkøretøjer

Denne type køretøj (serie- eller parallelhybrider) har et batteri, der ikke er designet til at blive opladet ved tilslutning til et eksternt elnet.

Rene elektriske køretøjer (EV)

I disse køretøjer består trækraftsystemet af et sæt elektriske motorer, som udelukkende drives af et batteri (batteripakke), der er installeret i selve køretøjet.

Denne type køretøj kaldes rent elektrisk, da der ikke er nogen anden energikilde end elektricitet (de har ikke en forbrændingsmotor).



1.2 AKTUELT TILGÆNDELIGE IMPLEMENTERINGER

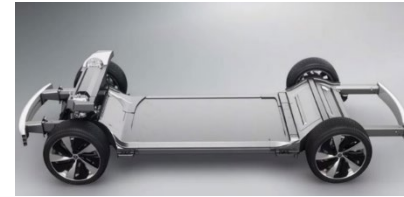
Central elektrisk motor

I øjeblikket findes der to grundlæggende typer på markedet:

- Køretøjer med en central elmotor (en eller to motorer)
- Køretøjer med hjulnavsmotorer (to eller fire motorer)

Rammetyper i elektriske køretøjer

- Karosseri på ramme
- Unibody (monocoque) chassis
- Platform til elektrisk køretøj (skateboard-chassis)



1.3 EV-ARKITEKTUR (HOVEDKOMPONENTER)

Motorstyring og -regulering

Det er vigtigt at forstå, hvordan motorer fungerer i en verden af elektriske køretøjer. Synchronmotorer, som ofte bruges, er dygtige til at tilpasse sig forskellige kørselsforhold. Kontrolsystemet, der minder om et diagram med en jævnstrømsmotor og to serieforbundne batterier, er en plan for den nødvendige kontrol af trækraftsystemet.

PotBox (accelerator)

PotBox, der er synonym med speederen, er ikke bare et mekanisk håndtag, men en grænseflade, der forbinder føreren med drivlinjens kontrolsystem. Den giver føreren mulighed for at indstille præstationsniveauer og fungerer som den primære kanal til traktionskontrollenheden.

Controller (driver)

Controlleren, som også kaldes en inverter eller driver, har en dobbelt rolle. Den omdanner jævnstrøm fra batteripakken til den nødvendige trefasede vekselstrøm, der skal til for at drive elmotoren.

Indbygget oplader og DC/DC-konverter

DC/DC-konverteren reducerer effektivt batteripakkens spænding for at drive køretøjets lavspændingskredsløb, hvilket afspejler den rolle, som køretøjer med konventionelle forbrændingsmotorer spiller.

System til styring af elektriske køretøjer (EVMS)

EVMS er nervecentret i elbilens funktionalitet og styrer opladning og afladning af batteripakken samt køretøjets 12 VDC-kredsløb. Et af de mange ansvarsområder er at facilitere kommunikationen mellem batteristyringssystemet (BMS) og køretøjets CAN-bus, overvåge batteripakkens status, styre sikkerhedsanordninger og levere vigtige data til føreren via instrumentpanelet.

Batteripakke og elektriske forbindelser

Batteripakken er kernen i elbilens fremdrift. Hver batteripakke består af vigtige komponenter, der sikrer dens funktionalitet. Tilstedeværelsen af en hovedsikring, en strømintensitetssensor og et batteristyringssystem (BMS) sikrer omhyggelig overvågning og styring af batteripakkens spænding og celletemperatur.

Styreenheder til elektriske højspændingssystemer

En klynge af kontrolenheder sikrer problemfri styring af drivlinjens kredsløb. Hver kontrolenhed, herunder MCU (Motor Control Unit), der styrer motordriften, EVMS, der overvåger opladningen, og de mange andre kontrolenheder i invertere, indbyggede opladere og DC/DC-omformere, er afgørende for elbilens overordnede funktionalitet og sikkerhed.

Motorstyringer (invertere)

Motorstyringerne, der fungerer som invertere, modtager højspændingsinput og distribuerer trefaset vekselstrøm, der er nødvendig for at drive elektriske motorer.

Strategier for motorstyring

Strategier som PWM, VVVF, FOC, DTC og PID er indbegrebet af sofistikeret styring af motordrift, skræddersyet til forskellige motortyper - synkronmotorer med permanent magnet (PMSM) eller induktionsmotorer. Disse strategier, der er udstyret med skræddersyede tilgange, sikrer optimal ydelse og drejningsmoment for hver motortype i forskellige kørescenarier.



Inertikontakt og nøglekontakt (tændingsnøgle)

Sikkerhed er altafgørende i elbiler. Af hensyn til passagerernes sikkerhed afbryder inertikontakten hurtigt højspændingskredsløb i kollisionsscener. Samtidig starter nøglekontakten, der er afgørende for elbilens drift, kontrolleret strømforsyning og interaktion med den primære elmotor, hvilket sikrer problemfri funktionalitet og sikkerhed.

1.4 ENERGILAGRINGSSYSTEMER

Grundlæggende batteriparametre

Forståelse af batterispænding, kapacitet og C-værdier er afgørende for sikker opladning og afladning, forebyggelse af irreversible skader og styring af batteriets ydeevne. Dette omfatter udforskning af parametre som Open Circuit Voltage (OCV), Closed Circuit Voltage (CCV), batterikapacitet, opladnings-/afladningskonstanter (C-rated) og den mindste tilladte spænding (cut-off) for at sikre optimal udnyttelse af batteriet.

Batterikoncept til elektriske køretøjer (EV)

Elbilbatterier er samlinger af litium-ion-celler, der er forbundet i serie- og parallelkonfigurationer, hver med en specifik spænding, kapacitet og C-klassificeret kapacitet. Denne konfiguration bestemmer det samlede batteris ydeevne, spænding og kapacitet, som er afgørende for at drive elmotorer i køretøjer.

Samling af en batteripakke

I elbiler kræver fremdrift af elmotoren et sæt celler, der er forbundet i serie og parallel for at generere den nødvendige spænding og strøm. Denne pakke består af forskellige komponenter: celler, en strømsensor, et batteristyringsystem (BMS) og en indkapsling. Disse dele forhindrer ikke kun elektriske farer, men giver også mekanisk styrke og forsegling til dynamiske kørselsforhold.

Typer af køling af batteripakker



- **Luftkølet:** Udnytter den friske luftstrøm til at køle batteripakken. Det er enkelt og omkostningseffektivt, men temperaturreguleringen afhænger af de ydre forhold.
- **Væskekøling:** Det er almindeligt at cirkulere en kølevæske gennem batteripakken. Denne metode giver effektiv og kontrolleret køling, men den er potentielt kompleks og udsat for lækager.
- **AACC-væskekøling:** Bruger køretøjets airconditiongas til at køle batteripakken og er afhængig af specifikke temperaturkontrolstrategier.

1,5 BATTERIOPLADNING

Standardisering af opladningssystemer

Kapitlet dykker ned i standardiseringen af opladningssystemer både i og uden for køretøjet i overensstemmelse med internationale standarder som IEC 61851. Det opdeler de forskellige standardiserede opladningstilstande (tilstand 1 til tilstand 4) og de stik, der er forbundet med hver tilstand, og kaster lys over deres specifikke egenskaber og anvendelighed.

Opladningsstik og piloter

Der gives et omfattende overblik over standardiserede opladningsstik, der omfatter forskellige typer stik og deres anvendelse i forskellige opladningstilstande. Den uddyber funktionerne af Control Pilot (CP) og Proximity Pilot (PP) for at lette kommunikation og sikkerhed under opladning.

Indbyggede og udbyggede opladningssystemer

Sondringen mellem indbyggede og udbyggede opladningssystemer uddybes, og deres roller og begrænsninger i forhold til at muliggøre forskellige opladningstilstande belyses. Det understreges, at det er nødvendigt med en indbygget oplader til tilstand 1 og 2, mens betydningen af eksterne opladere til opladningstilstande med højere effekt fremhæves.

Energiregenerering og bremsesystemer

Begrebet energiregenerering i elektriske køretøjer udforskes, og der redegøres for de mekanismer, der er involveret i regenerativ bremsning og KERS-systemer (Kinetic Energy



Recovery Systems). Der lægges vægt på disse systemers betydning for at øge køretøjets rækkevidde, samtidig med at der kastes lys over deres begrænsninger og behovet for traditionelle bremsesystemer.

Regenerative bremsestrategier

To primære strategier til implementering af regenerative bremsesystemer (seriekontrol og parallelkontrol) fremhæves med fokus på deres unikke tilgange og indvirkning på køretøjets rækkevidde. Brake-By-Wire-systemernes rolle i forhold til at lette seriekontrollerede regenerative bremsestrategier undersøges også.

1.6 DRIFT AF ELEKTRISKE MOTORER

De vigtigste teknologier, der bruges i elmotorer til trækraftsystemer, omfatter flere typer:

1. Trefasede asynkrone motorer (induktionsmotorer)

Disse motorer, kendt som AC-induktionsmotorer, er robuste, pålidelige og omkostningseffektive. Men deres begrænsninger omfatter lavere tophastigheder og et mindre ideelt forhold mellem drejningsmoment og hastighed for visse køretøjers trækssystemer. I opsætninger med firehjulstræk kan de være fordelagtige, da den ene motor kan slukkes i scenarier med lav trækraft, hvilket mindsker nogle af de effektivitetsproblemer, der findes i andre motortyper.

2. Permanentmagnetiske (synkrone) motorer

Disse motorer bruger permanente magneter i rotoren, hvilket giver højere effektivitet og energitæthed sammenlignet med induktionsmotorer. De er dog udfordret af de høje omkostninger til sjældne jordartsmagneter og kompleksiteten i at styre deres zone med konstant drejningsmoment ved lave hastigheder.





3. Koblede reluktansmotorer

De er en forbedring i forhold til permanentmagnetmotorer med et enklere design, der bruger en rotor uden magnetiske materialer. De udnytter den magnetiske modstand i rotoren mod det elektromagnetiske felt til at skabe bevægelse, som styres via effektelektronik.

4. Aksiale fluxmotorer

Til forskel fra radiale fluxarrangementer udviser disse motorer magnetisk feltflux parallelt med rotorens akse. De muliggør et mere kompakt og lettere design og giver en højere energitæthed, der er ideel til hjulmonterede elmotorer.



MODUL 2: ELEKTRISKE KØRETØJER OG ELEKTRONISKE PRINCIPPER

2.1 LDC ELEKTRISKE KREDSLØB I KØRETØJER - MAGNETISMENS PRINCIPPER OG EGENSKABER ANVENDT PÅ KREDSLØBSENHEDER I KØRETØJER

Elektricitet og magnetisme er grundlaget for elektriske kredsløb i jævnstrømskøretøjer. Elektricitet beskriver bevægelsen af negative elektriske ladninger (elektroner) gennem ledende materialer, hvilket genererer arbejde, som f.eks. at drive lys eller motorer. Begrebet ladningsbevægelse kvantificeres i Coulombs (C), mens elektrisk strøm måles i Amperes (A), som viser strømmen af frie ladninger i en leder.

Generering af denne bevægelse kræver elektromotorisk kraft (EMF) målt i volt (V), som ofte leveres af batterier eller generatorer. Elektrisk strømretning, traditionelt fra positiv til negativ, forenkler kredsløbsanalysen, selv om den faktiske bevægelse er omvendt.

Magnetisme undersøger magnetiske materialers opførsel, deres interaktion og styrken af magnetfelter målt i Gauss (G) eller Tesla (T). Forståelse af magnetisering, målt i ampere pr. meter (A/m), beskriver justeringen af magnetiske dipoler under et eksternt magnetfelt.

Elektrisk strøm skaber et magnetfelt omkring de ledere, den løber igennem. Denne viden er vigtig for at forstå naturfænomener og designe teknologiske enheder som generatorer og motorer.

2.2 FORTOLKNING AF LEDNINGSDIAGRAMMER

Forståelse af elektriske systemer i biler

Elektricitet er nøglen til moderne køretøjer og driver vigtige funktioner fra motortænding til indvendig elektronik. For at kunne håndtere kompleksiteten i bilens elektriske systemer skal man

forstå de grundlæggende enheder, grundlæggende kredsløbs-elementer, kredsløbstyper, hovedkomponenter, elektriske symboler og fortolkning af ledningsdiagrammer.

Grundlæggende elektriske enheder og kredsløbs-elementer

Begrebet elektrisk potentialeforskel, målt i volt (V), betegner forskellen i potentiale mellem to punkter i et kredsløb.

Elektrisk strøm, kvantificeret i Ampere (A), repræsenterer strømmen af elektroner i et kredsløb.

Elektrisk modstand, målt i ohm (Ω), karakteriserer den modstand, som en leder møder i forbindelse med strømgennemgang.

Elektrisk strømforbrug defineres i watt (W) og fremhæver den strøm, der forbruges af en enhed, der trækker en ampere under en spændingsforskel på en volt.

Grundlæggende elementer i et kredsløb

Køretøjer er afhængige af forskellige energikilder, såsom batterier, akkumulatorer og generatorer, for at omdanne energi til elektrisk strøm. I biler er jævnstrøm (DC) med en spænding på 12 eller 24 volt fremherskende, normalt leveret af batterier.

Ledninger, der fungerer som ledere indkapslet i isolatorer, letter overførslen af elektrisk strøm. Disse ledninger er samlet i seler og danner indviklede baner, der identificeres ved hjælp af farvekoder.

Modtagere og forbrugere i køretøjets elektriske systemer bruger denne energi. Kontakter spiller en afgørende rolle i styringen af kredsløbsforbindelser og aktivering eller deaktivering af forskellige køretøjskomponenter.

2.3 Udstyr til beskyttelse af kredsløb

Sikringer spiller en afgørende rolle i at sikre bilers og elbilers elektriske systemer, beskytte elektroniske komponenter og forhindre skader på grund af overstrøm.

Klassificering af sikringer er baseret på:

- **Nominal strøm:** Hver sikring har en strømstyrke, der repræsenterer den maksimale strøm, den kan bære, før kredsløbet åbnes. Det er afgørende at vælge sikringer med passende strømstyrke baseret på de specifikke elektriske krav til hvert køretøjs kredsløb.
- **Nominal spænding:** Sikringens spændingsklassificering angiver den maksimale spænding, den er designet til. Den skal matche systemets spænding for at sikre en sikker ydeevne.
- **Responstid:** Nogle sikringer er designet til at reagere hurtigere på overstrøm, mens andre har en langsommere responstid. Valget afhænger af anvendelsen og følsomheden af køretøjets elektronik.

PLACERING OG FORDELING AF BESKYTTESEANORDNINGER I KØRETØJETS ELEKTRISKE KREDSLØB

Sikringer er strategisk placeret i det elektriske system for at beskytte specifikke komponenter. For eksempel kan en sikring sikre belysningsystemet, mens en anden kan beskytte motorstyringssystemet.

I tilfælde af overbelastning eller kortslutning ødelægges sikringen og afbryder strømmen, hvilket forhindrer skader på dyre og følsomme elektriske og elektroniske komponenter.

2.4 JORDINGSPRINCIPPER OG -METODER

Jordforbindelse af el- og hybridkøretøjer er afgørende for deres sikre drift og for at mindske potentielle elektriske farer. Specifikke principper og metoder er afgørende for at etablere en effektiv jordforbindelse, reducere risikoen for elektrisk stød og sikre sikkerheden for både passagerer og køretøjets elektronik.

Grundlaget for jordingsprincipper

Jording af elektriske køretøjer etablerer primært en fælles potentialreference mellem køretøjets elektriske komponenter og jorden. Denne forbindelse forhindrer farlige potentialforskelle, der kan opstå under drift af det elektriske system. Frakobling af køretøjets elektriske højspændingssystem er en kritisk operation, som producenterne planlægger omhyggeligt for at sikre sikkerheden. Denne proces indebærer fysisk adskillelse af køretøjets elektriske kredsløb fra batteripakken i overensstemmelse med de sikkerhedsspecifikationer, der er beskrevet i UNECE-regulativ 100.



Betydningen af værktøjer til verificering af isolering

Instrumenter som ohmmetre og enheder som Launch ES200 supplerer pakken af isoleringsverificeringsværktøjer og sikrer omfattende og effektiv test af isolationsmodstand. Hvert instrument, fra megohmmetre til fejlsøgere, spiller en specifik rolle i vurderingen og vedligeholdelsen af elektrisk isolering, som er afgørende for en sikker og pålidelig drift af el- og hybridbiler.

2.5 DIAGNOSE, REPARATION OG VEDLIGEHOLDELSE AF ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE SYSTEMER

Teknikker til diagnosticering af fejl i elektriske og elektroniske systemer i elektriske køretøjer.

Ved diagnosticering af elektriske fejl i køretøjer er specifikke enheder og software vigtige sammen med konventionelle værktøjer. De aflæser lagrede fejlkoder i køretøjets elektroniske moduler og tilbyder omfattende data om systemoperationer, ledningsdiagrammer, reparationsprocedurer og kontrol af aktuatorer. Store bilmærker anbefaler eller tilbyder deres diagnostiske enheder og software.

Specialiseret diagnostisk software

Specifik software som Teslas Diagnostic Tool, Nissan Consult, BMW ISTA, GM Global Diagnostic System, Ford Integrated Diagnostic System og Volvo VIDA, der er skræddersyet til specifikke bilmærker, hjælper med fejlkodelæsning, systemovervågning og omprogrammering af moduler, hvilket sikrer nøjagtig diagnosticering.

Test af komponenter og ledninger

Multimetre spiller en alsidig rolle i diagnosticering af elektriske køretøjer:

- Måling af spænding: Vurderer spændingen på tværs af køretøjets kredsløb.
- Måling af strømtensitet: Måler strømmen gennem kredsløb/komponenter.
- Måling af modstand: Vurderer komponenternes integritet.
- Registrering af kortslutning: Identificerer kortslutninger ved at måle modstand mellem punkter.

Oscilloskoper analyserer elektriske signaler over tid:

- Bølgeformsanalyse: Visualiserer signalkurver og identificerer problemer som udsving eller forvrængninger.



- Frekvensmåling: Identificerer frekvensuregelmæssigheder i signaler.
- Diagnostik af elektroniske systemer: Hjælper med at analysere sensor- og aktuator-signaler.

Reparations- og vedligeholdelsesprocedurer

Udskiftning af defekte komponenter følger en specifik protokol, der tager fat på de grundlæggende årsager til optimal reparation. Justeringer, forebyggende vedligeholdelse, softwareopdateringer og funktionelle tests fuldender reparations- og vedligeholdelsesprocedurerne og sikrer effektiv, pålidelig og sikker service for elektriske køretøjer.

MODUL 3: PRAKTISK ANVENDELSE AF EV-TEKNOLOGIER OG MÅLING PÅ HV-SYSTEMER

3.1 GRUNDLÆGGENDE HØJSPÆNDINGSSYSTEM FORKLARET - FULD HYBRID

En fuldhybridbil har ikke noget opladningsstik, hvilket betyder, at den kun oplader sine batterier ved hjælp af regenerativ opladning. Så når man bremses, eller når forbrændingsmotoren kører, producerer en af de to motorgeneratorer elektricitet, som derefter lagres på højspændingsbatteriet.

Når det drejer sig om køretøjer med højspændingsbatterier, er spændingen omkring 140 volt. Det betyder ikke, at der ikke er andre spændingsniveauer i køretøjet, det er kun højspændingskomponenten, der ligger omkring denne værdi. De fleste af de elektroniske komponenter i køretøjet bruger stadig 12 volt.

Sammen med batteripakken er der et servicestik, som kan trækkes ned og ud, så man kan frakoble det. Desuden er der 3 temperatursensorer placeret over batteripakken, som gør det muligt at styre eventuel køling.

Batteripakken er ofte et nikkelmetalhydridbatteri, som er meget stabilt og holdbart, og dets levetid er mellem 10 og 20 år lang. Batteriets kapacitet varierer selvfølgelig over tid. Dette er kendt som State of Health (SoH).

Der er også en målekomponent med en sensorenhed, som måler, hvor mange ampere der tilføres eller fjernes fra batteriet. Dette er kendt som State of Charge (SoC).

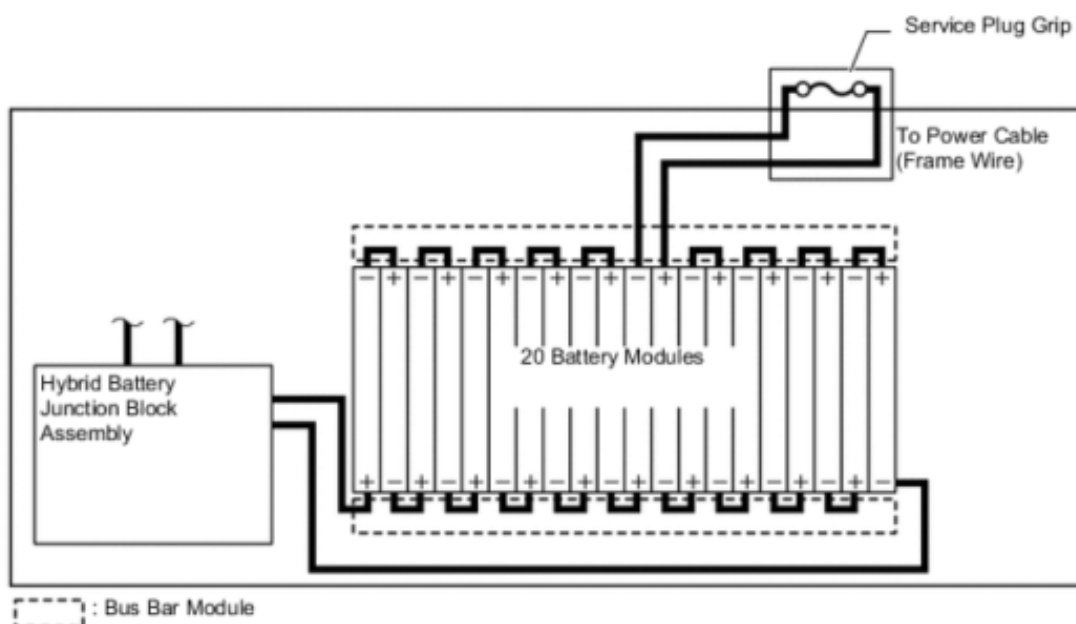


EU-regler siger, at en batteripakke kun må miste 30 % af sin kapacitet i løbet af 8 år eller efter 160.000 km, ellers skal forbrugergarantien dække det.

Batteripakken består af 20 batterimoduler, der tilsammen når op på 140 volt. Der er en enkel inddeling, som fortæller, hvad hvert modul indeholder.

Der findes også en højspændingsstyringsenhed. Denne enhed indeholder både en inverter og en konverter. En konverter er den lille blok for enden af mobiltelefonopladere. Den omdanner vekselstrøm til jævnstrøm (AC til DC). Det er ofte fra 220 til 3,7 volt. Da denne enhed også er en inverter, kan den også konvertere jævnstrøm til vekselstrøm.

Det er nødvendigt at oplade højspændingsbatteriet af og til, da køretøjet ikke kan starte uden et opladet batteri. Når bilen bremses, kommer der strøm fra motoren gennem tre kabler, den såkaldte trefasede vekselstrøm.



3.2 GRUNDLÆGGENDE HØJSPÆNDINGSSYSTEM FORKLARET - PLUG IN-HYBRID

Disse køretøjer har et opladningsstik, hvilket betyder, at deres batterier kan oplades. Opladningsstikket tilsluttes en almindelig 220 volt stikkontakt eller en ladestation. Når køretøjet bremses, producerer den elektriske motor/generator vekselstrøm, som derefter ensrettes og lagres på højspændingsbatteriet. Hvis forbrændingsmotoren kører, kan starteren/generatoren oplade højspændingsbatteriet.

Når det drejer sig om køretøjer med højspændingsbatterier, er det omkring 400 volt. Det betyder ikke, at der ikke er andre spændingsniveauer i køretøjet, det er kun højspændingskomponenten, der ligger omkring denne værdi. De fleste af de elektroniske komponenter i køretøjet bruger stadig 12 volt.

En anden måde at oplade batteriet på er, når bilen kører, og startgeneratoren er aktiv. Den kan så lave vekselstrøm, som derefter ensrettes i inverteren/konverteren. Starteren/generatoren er forbundet med kølevandsslanger til temperaturregulering. Det er nødvendigt, da den kan producere store mængder elektricitet.

3.3 GRUNDLÆGGENDE FORKLARING PÅ HØJSPÆNDINGSSYSTEMET - FULDT ELEKTRISK KØRETØJ

I en fuld elbil er der et opladningsstik og nogle ledninger bag det. To af dem går direkte til batteriet, og de indeholder kun jævnstrøm til hurtig opladning af batteriet. Resten af højspændingsledningerne fra ladestikket går langs højre side af batteriet til inverteren/konverteren. Disse ledninger indeholder vekselstrøm, som derefter ensrettes af inverteren/konverteren til jævnstrøm.

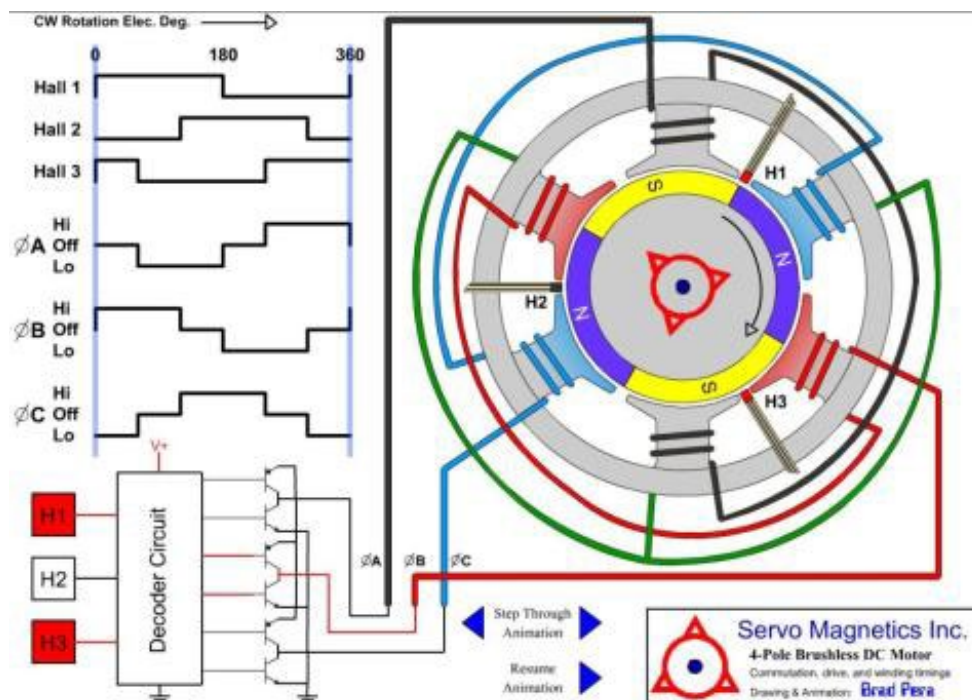
Så dette køretøj har ingen indbygget oplader, men inverteren/konverteren ensretter vekselstrømmen, så den kan lagres på batteriet til senere brug.

En elbil har en stor batteripakke, fordi det er den eneste strømkilde til elmotoren, så den kan køre så langt som muligt for forbrugeren.

En anden grundlæggende enhed i elbiler er rotoren, der er lavet af meget kraftige permanente magneter. Disse permanente magneter er ret følsomme over for varme, og hvis de bliver for varme, mister de deres effektivitet. Magnetfelterne i statorens spoler og magnetfelterne fra de permanente magneter bestemmer, hvor stort et drejningsmoment motoren kan producere. Derfor er disse to magnetfelter meget vigtige og skal være så stærke som muligt, ellers mister køretøjet drejningsmoment.

Rotoren er den del, der er forbundet med gearene og driver køretøjet gennem differentialet.





MODUL 4: BATTERIER OG BMS

4.1 INTRODUKTION TIL BATTERITEKNOLOGI - ELEKTRICITET

Elektricitet er en form for energi, der opstår, når ladede partikler, primært elektroner, bevæger sig. Det er en alsidig energikilde, der driver forskellige enheder, lige fra pærer og apparater i hjemmet til de komplicerede kredsløb i elektroniske enheder.

Atomer er stoffets byggesten. Atomer består af en central kerne bestående af positivt ladede protoner og neutrale neutroner, omgivet af negativt ladede elektroner, der kredser rundt i energiniveauer eller skaller. Elektroner har en negativ elektrisk ladning. Et atom er elektrisk neutralt, når antallet af elektroner er lig med antallet af protoner.

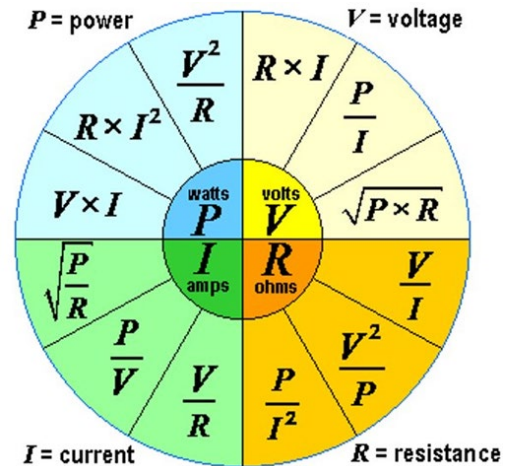
Nogle gange kan elektroner overføres fra en genstand til en anden gennem friktion eller kontakt, hvilket får den ene genstand til at blive negativt ladet (ekstra elektroner) og den anden til at blive positivt ladet (manglende elektroner). Dette fænomen er kendt som **statisk elektricitet**, og det kan resultere i tiltrækning eller frastødning mellem ladede genstande.



Elektricitet bliver virkelig interessant, når vi taler om **elektrisk strøm**. Elektrisk strøm er strømmen af elektroner gennem en leder, normalt et materiale, der tillader elektroner at bevæge sig frit, som f.eks. metal.

Tre grundlæggende begreber inden for elektricitet er:

- Spænding (V):** Spænding er det "skub", der får elektronerne til at bevæge sig. Den måles i volt (V) og repræsenterer den elektriske potentialeforskel mellem to punkter i et kredsløb.
- Strøm (I):** Strøm er den hastighed, hvormed elektroner strømmer gennem en leder. Den måles i ampere (A) og udtrykker, hvor mange elektroner der passerer gennem et punkt i et kredsløb pr. sekund.
- Modstand (R):** Modstand beskriver den elektriske strøms kamp for at flyde i et materiale. Den måles i ohm (Ω) og afhænger af materialets egenskaber og form.



Formlen $P=I \times V$ siger, at **effekten** (i watt) i et elektrisk system er lig med den strøm (i ampere), der flyder gennem det, ganget med spændingen (i volt) på tværs af det. Denne formel er grundlæggende inden for elektroteknik og bruges til at beregne strømforbruget eller -produktionen i enhver elektrisk enhed eller system.

Elektriske komponenter - som modstande, kondensatorer og transistorer - er forbundet på forskellige måder for at danne elektriske kredsløb. Kredsløb giver os mulighed for at kontrollere strømmen af elektricitet og skabe de funktioner, vi har brug for.

Konklusionen er, at elektricitet er strømmen af elektroner gennem ledere, og den kan bruges til forskellige formål i vores moderne verden. At forstå det grundlæggende i spænding, strøm og modstand, og hvordan de relaterer til hinanden, er afgørende for at kunne arbejde effektivt og sikkert med elektricitet.

4.2 ANVENDELSE AF HØJSPÆNDINGSBATTERIER

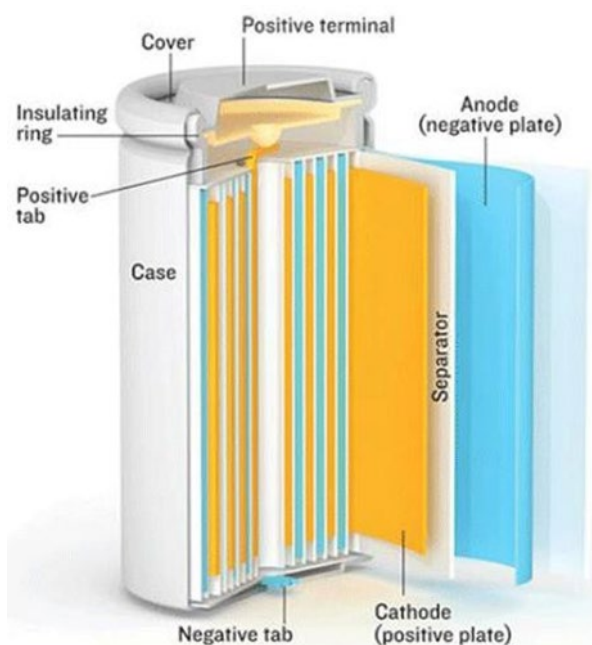
Litium-ion-batterier (Li-ion) er genopladelige og bruges i vid udstrækning i moderne elbiler på grund af deres høje energitæthed, lave selvafladning og lange levetid. Litium-ion-batteriernes kemi og funktionalitet involverer flere nøglekomponenter og -processer.

1. Katode (positiv elektrode): Katoden er typisk lavet af en lithiummetaloxidforbindelse (som LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 osv.). Den bestemmer batteriets spænding og kapacitet.

2. Anode (negativ elektrode): Anoden er normalt lavet af grafit, som fungerer som vært for litiumioner. Når batteriet oplades, lagres litiumionerne i anoden.

3. Elektrolyt: Elektrolytten er et litiumsalt opløst i et organisk opløsningsmiddel. Det leder litiumioner mellem katoden og anoden.

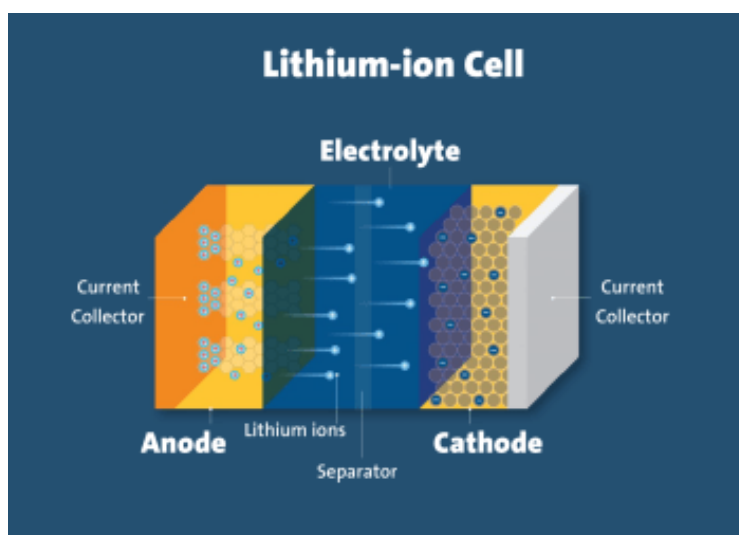
4. Separator: Dette er en porøs membran, der forhindrer katoden og anoden i at komme i direkte kontakt med hinanden, hvilket forhindrer kortslutning, samtidig med at litiumioner kan passere igennem.



Kemi og drift

Opladning: Under opladning bevæger litiumioner sig fra katoden til anoden gennem elektrolytten. Elektroner strømmer fra katoden til anoden gennem det eksterne kredsløb, hvilket giver den elektriske energi, der er nødvendig for at oplade batteriet.

Afladning: Når batteriet er i brug (afladning), bevæger litiumionerne sig tilbage fra anoden til katoden, og



elektronerne strømmer gennem det eksterne kredsløb fra anoden til katoden og forsyner den tilsluttede enhed med strøm.

4.3 BATTERIER, HERUNDER BMS, I EL- OG HYBRIDBILER

Et **batteristyringssystem (BMS)** er en kritisk komponent i litium-ion-batteriteknologien, der er designet til at sikre en sikker og effektiv drift af batteripakken.

Litium-ion-batterier bruges i en lang række applikationer, fra små elektroniske enheder til energilagring i stor skala og elektriske køretøjer.

BMS spiller flere vigtige roller:

1. Overvågning og afbalancering af celler
2. Styring af temperatur
3. Beregning af opladningstilstand (SoC) og sundhedstilstand (SoH)
4. Kontrol af opladning og afladning
5. Beskyttelse
6. Kommunikation

MODUL 5: EV SIKKERHED PÅ ARBEJDSPLADSEN

5.1 POTENTIELLE RISICI OG UDFORDRINGER UNDER EV-REPARATION, HÅNDBLING ELLER VEDLIGEHOLDELSE

Transport af elektriske køretøjer

Bugsering af elbiler er meget lig transport af en konventionel bil med automatgear. Producenterne forbyder især at trække dem, selv over korte afstande. Elbiler bør transporteres på en trailer.



Sikkert løft af elektriske køretøjer

Ved løft af elbiler skal man være opmærksom på den rette placering af løftebenene, så det er muligt at få adgang til højspændingsbatteriet; der kan bruges donkrafte, som løfter køretøjet ved hjulene. Ved afmontering og montering af et højspændingsbatteri anbefales en batterilift. Batteriets store vægt er et problem, der skal overvejes, da det ikke kun kan udgøre en elektrisk, men også en mekanisk fare.

Farer, der opstår under drift, vedligeholdelse og reparation af elektriske køretøjer

El- og hybridkøretøjer er udstyret med elektriske højspændingsinstallationer. Som defineret i UNECE-regulativ nr. 100 henviser udtrykket højspænding i køretøjer til klassificeringen af elektriske komponenter eller kredsløb, der kører med en driftsspænding på mellem 60V og 1500V jævnstrøm (DC) eller mellem 30V og 1000V rms vekselstrøm (AC). Et elbilbatteri kan veje op til 700 kg, hvilket udgør en direkte risiko for elbilernes teknikere. Et elektrisk batteri kan nå høje temperaturer (den tilladte driftstemperatur for de fleste batterier er 50⁰ C). Når lithium-ion-batteriets temperatur når op på 70⁰ C, sker der en reaktion mellem elektrolytten og anoden i cellen. Ved en temperatur på ca. 130⁰ C begynder separatoren at smelte, hvilket forårsager en intern kortslutning. Men ved en temperatur på ca. 150⁰ C åbner sikkerhedsventilen i batteriet, og brændbare gasser slipper ud. Der udvikles sort røg og flammer.



5.2 ELEKTRISK INSTALLATION OG FUNKTIONEL SYSTEMSIKKERHED

Elektrisk kortslutning (fare og risiko)

Når man reparerer højspændingssystemer i elbiler, er den største fare risikoen for elektrisk stød, som resulterer i, at der løber strøm gennem menneskekroppen. Selv om en sådan situation er meget farlig, sker det ikke ofte, fordi mekanikeren ville være nødt til at røre ved batteriets positive og negative pol på samme tid. Man skal dog huske på, at den energi, der er lagret i traktionsbatterier, udgør en meget alvorlig risiko for elektrisk stød.

Personlig beskyttelse



Kun en lille del af det personlige beskyttelsestøj giver tilstrækkelig beskyttelse mod den termiske påvirkning fra en elektrisk lysbue. Når man arbejder med højspændingssystemer i elektriske køretøjer, er det ekstremt vigtigt, at medarbejderne har specialiseret tøj og beskyttelsesudstyr, der lever op til strenge sikkerhedsstandarder. Dette er vigtigt på grund af de potentielle farer, der er forbundet med en elektrisk lysbueeksplosion. Effekterne af dette fænomen, som f.eks. ekstreme temperaturer, blitz og energiudslip i form af varme, lys, lyd og tryk, kan være farlige for liv og helbred for medarbejdere, der udfører reparationer eller vedligeholdelse af højspændingssystemer. Beskyttelsesbeklædning minimerer risikoen for forbrændinger og andre skader, når der arbejdes med sådanne systemer.

Regenerativt bremsesystem

I elbiler, der understøttes af en vakuumaftuator, genereres vakuumet af en elektrisk pumpe. Vakuumpumpen drives af 12 V fra det indbyggede netværk. For at pumpen kan producere det rette vakuum, er bremsesystemet udstyret med en passende sensor, der måler trykket i hovedbremsecylinderen. Afhængigt af trykniveauet bliver pumpen tændt eller pumpet ud. I stedet for en vakuumbremsepumpe bruger producenterne i stigende grad en elektromekanisk bremsepumpe med elektrisk assistance. Den elektriske motor understøtter så førerens fodtryk på bremsepedalen og erstatter den klassiske vakuumenhed.

Køle- og varmesystem

Litium-ion- og nikkell-hydroxid-batterier skal drives ved en bestemt temperatur for at opretholde optimal effekt og holdbarhed. Kernetemperaturen i en litium-ion-battericelle bør ikke overstige 40^o C. Hvis denne grænse overskrides i længere tid, ældes batteriet hurtigt. Det samme gælder for nikkell-hydroxid-batterier, som er lidt mindre følsomme over for varme og kan nå temperaturer på 50 C. ^o



Der bruges forskellige kølemetoder for at undgå overophedning af batteriet. Det enkleste system er luft, der suges ind fra køretøjets airconditionerede indre og bruges til at køle batteriet. Den anden mulighed er en særlig fordampningsplade, der er placeret i battericellen og forbundet med køretøjets airconditionanlæg. Den tredje mulighed er den såkaldte splitting-metode, som bruges på høj- og lavtrykssiden gennem fleksible rør og en ekspansionsventil. Den bruges i batterier med større kapacitet, hvor den korrekte temperatur er af afgørende betydning. Ved meget lave temperaturer er det derfor nødvendigt med yderligere opvarmning af batteriet for at holde temperaturen inden for det optimale område.



5.3 SIKKERHED I BATTERISYSTEMET

Typen af batteribeskyttelse

For at beskytte batterier mod forhold, der kan forårsage skade, er et køretøj udstyret med flere mekanismer, der beskytter det mod svigt. Et batterikølesystem bruges til at forhindre overdreven temperaturstigning. En vigtig del af sikkerhedssystemet er en stærk indkapsling, der beskytter mod mekaniske skader og sikrer passende strukturel stivhed. En mekanisk skabt firewall adskiller moduler og andre køretøjskomponenter fra hinanden og begrænser potentielle tab. Højspændingsfrakoblingsystemet fungerer på samme måde, når køretøjet er parkeret.

Eksterne faktorer, der påvirker risikoen for batteriskader

Der er eksterne faktorer, som også kan skade batterierne. Deres eksistens afhænger ikke af køretøjets tekniske tilstand eller dets struktur. Når et køretøjs batteri udsættes for høje temperaturer, kan det miste evnen til at køle ordentligt. En for stor temperaturstigning kan udløse flere reaktioner, der kan starte en brand. En anden fare med uforudsigelige konsekvenser

er mekaniske skader, hvor påvirkningen af batteriets komponenter ikke er forudsigelig og blandt andet afhænger af de mekaniske faktorerers størrelse, tid og retning.

En beskadiget eller manglende BMS kan få for store strømme til at flyde og forårsage farlige temperaturstigninger. En fejl, der involverer ukontrolleret temperaturstigning, ledsages normalt af gnister og produktion af store mængder mørk røg. Denne proces finder sted i individuelle celler, så den potentielle risiko øges, når varmen spreder sig, også i form af brand.

Sikkerhed for batteriet, der fjernes fra køretøjet

Batterier, der fjernes fra køretøjet, transporteres efter den første vurdering, mens de stadig er i køretøjet, til en specielt udstyret station, hvor de adskilles. Servicemedarbejderne skal være særligt opmærksomme på sikkerheden. Batterier er ofte ikke afladede. Ved reparation af batterier udføres arbejdet af sikkerhedsmæssige årsager af to medarbejdere på samme tid. Det anbefales at bruge en stor metalcontainer til at transportere højspændingsenergilagringsystemet eller dele, når det er afmonteret fra køretøjet. Reglerne for håndtering af batterier er specificeret i Europa-Parlamentets direktiver.

Markeringer til service og reparation af elektriske køretøjer

Grafiske informations- og advarselsskilte bruges under service, reparation og drift, og de udgør et vigtigt element i sikkerhedssystemet.

Sikker frakobling og tilslutning af batterier

For at kunne frakoble eller tilslutte højspændingskomponenter sikkert skal man kende og følge procedurerne i overensstemmelse med producentens retningslinjer og anbefalinger. Ved at følge de procedurer, der er udviklet til et bestemt køretøj, kan man opnå en professionel og problemfri drift af et elektrisk køretøj. En tekniker, der kender systemets funktioner og ved, hvordan man styrer dem, kan frakoble HV- og 12V-batterierne professionelt uden en servicemanual, men skal først udføre flere målinger. Det kræver faglig viden og erfaring.



5.4 VÆRKTØJ OG Udstyr TIL ELBILTEKNIKERE

Biler, uanset drivtype, kræver service, da reparation og vedligeholdelse er væsentlige elementer i driften af ethvert teknisk anlæg. Servicering af en el- eller hybridbil kræver udførelse af aktiviteter som for et konventionelt køretøj (gælder ikke for servicering af forbrændingsmotoren i elektriske køretøjer).

Systemer, der skal serviceres i elbiler: kølesystem til strømkonverteringssystemet, klimaanlæg i kabinen, gearkasse, bremsesystem, styresystem, affjedringssystem, køreudstyr, elektriske systemer.

Værktøjer, der bruges til at servicere hybrid- og elbiler

Miljøet med højspændingsmoduler kræver, at værkstederne sørger for maksimal sikkerhed for medarbejderne, beskytter køretøjets komponenter mod skader, beskytter mod garantiansvar og ansvar for forkerte vedligeholdelsesaktiviteter og har instrumenter, der gør det muligt at måle i højspændingsmiljøet i el- og hybridkøretøjer.

Udstyret på et værksted, der servicerer batterier og elbiler, kan opdeles i følgende:

- traditionelle, der bruges til reparation af traditionelle køretøjer (de kan bruges, hvis køretøjet har mistet sin status som farligt køretøj),
- specialiserede, der bruges under arbejde uden at afbryde den farlige spænding (reparations- eller servicearbejde uden at afbryde højspændingen, batterireparation efter åbning af kabinettet).

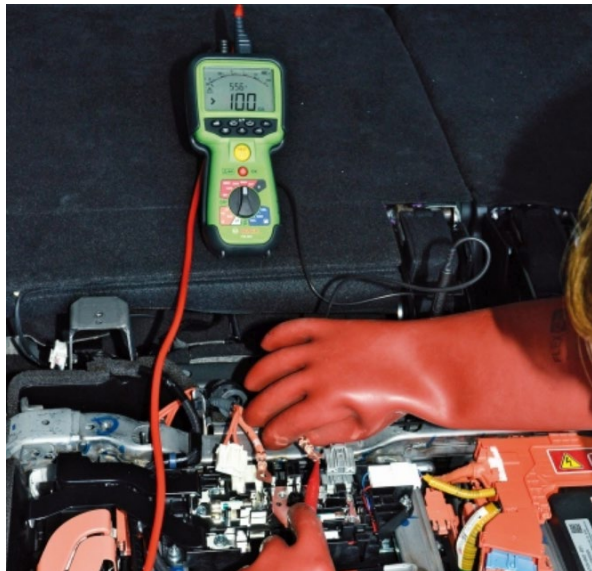
Personlige værnemidler til en medarbejder på en servicestation for hybrid- og elbiler

Det nødvendige udstyr i bilværksteder, der betjener førere af hybrid- og elbiler, omfatter certificerede isolerende handsker, fodtøj, forklæde, ansigtsskærm og åndedrætsværn. Der bør også være en øjenskyllestation i nærheden. Personlige værnemidler er primært beregnet til at beskytte en medarbejder og minimere risikoen for kropsskader.



Udstyr til service og reparation af elektriske køretøjer

En servicestation for elbiler bør opsætte en barriere, der adskiller dette område fra resten. Det kan f.eks. være et plastikhegn med gummifødder. Værktøj, der bruges til at servicere el- og hybridbiler, skal have passende erklæringer og certifikater. Deres tilstand og renlighed skal være upåklagelig. Enhver skade eller udløb af datoen for godkendelse til brug diskvalificerer dem fra yderligere brug.



Universelle måle- og isoleringskontrolmålere

De grundlæggende målere, der bruges under service og reparation, er spændingsregulatorer. De skal opfylde kravene i overensstemmelse med standarderne NR EN 61010-600V cat. 3 og IEC 61243-3 (VAT/DDT).

Universalmultimetre bruges også ofte, men de bør have passende deklarerationer og certifikater.

En meget vigtig parameter til kontrol af tilstanden af elektriske højspændingsinstallationselementer er måling af isolationsmodstand. Kontrolspændingen under isolationsmålinger bestemmes ud fra køretøjets nominelle HV-spænding. Minimumskravene er defineret i henhold til UNECE-regulativ nr. 100 og skal være mellem højspændingsskinnen og jorden på $500 \Omega/V$ af den nominelle spænding.

Specialiseret udstyr til servicering af batterier

En separat gruppe af understøttede systemer i el- og hybridbiler er traktionsbatterier. Diagnosticering og reparation kræver brug af specialiserede instrumenter og pålidelige målinger. For at imødekomme behovene hos specialiserede værksteder tilbyder virksomheder særligt udstyr til:





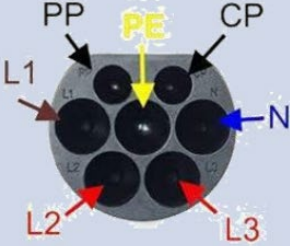

- Måling af modstand i traktionsbatterimoduler
- Opladning og afladning af traktionsbatterimoduler
- Kontrol af traktionsbatteriets tæthed

Enheder, der bruges til computerdiagnostik

Behovet for at læse information fra controllere, slette fejl, programmere grundindstillinger, udføre driftstests, se aktuelle parametre, læse de såkaldte frosne rammer, tænde for passende driftstilstande, muligheden for deres konfiguration, kodning og mange andre kræver brug af enheder, der er kompatible med et givet køretøjssystem. Virksomheder, der producerer elektriske køretøjer, begrænser imidlertid adgangen til mange funktioner i køretøjets kontrolsystem.

De biltestere, der findes på markedet, har, afhængigt af typen af apparat, et større eller mindre udvalg af funktioner, der kan implementeres. Det gør det ofte muligt at udføre servicereparationer på uautoriserede værksteder. Nogle testere muliggør online-forbindelse til serviceservere og udfører diagnosticerings- eller reparationsarbejde på periodisk abonnementsbasis eller mod et tilslutningsgebyr pr. enhed. Valget af tester afhænger hovedsageligt af typen og omfanget af reparationen af et elektrisk køretøj og dets mærke.

Typer af opladningsstik

	AC	DC
Ameryka Combined Charging System Typ 1 (CCS1)		
Azja AC Typ 1/DC CHAdeMO		
Europa AC Typ 2/DC Combined Charging System Typ 2 (CCS2)		

EVTECH

