

TESTOVÁNÍ HYBRIDNÍCH A ELEKTRICKÝCH VOZIDEL

DIAGNOSTIKA BEZPEČNOSTI
VOZIDEL S ELEKTRICKÝM A
ČÁSTEČNĚ ELEKTRICKÝM
POHONEM



VYSOKONAPĚŤOVÁ TECHNIKA V ELEKTROMOBILECH

Současné vysokonapěťové systémy v hybridních vozidlech a v elektromobilech jsou napájeny z energetických úložišť, jejichž napětí dosahují 500 V. V blízké budoucnosti se toto napětí zdvojnásobí.

Užitková vozidla již dnes používají technologie s provozním napětím až 1 000 V. Avšak jako bezpečné z hlediska elektrické bezpečnosti vzhledem k ohrožení lidského zdraví nebo života jsou v případě stejnosměrného proudu považovány hodnoty napětí do 60 V (DC) a v případě střídavého proudu do 30 V (AC). Protože napětí používaná ve vysokonapěťových systémech vysoce převyšují bezpečné limity, prováděly se v minulých letech rozsáhlé analýzy rizik. Na úrovni EU byla přijata pravidla, které jsou pro výrobce závazná. Na základě těchto pravidel se vydávají návody k provozu a pracovní pokyny s cílem vyloučit rizika spojená s využíváním elektrické energie při vývoji a výrobě jakož i při údržbě a opravách.

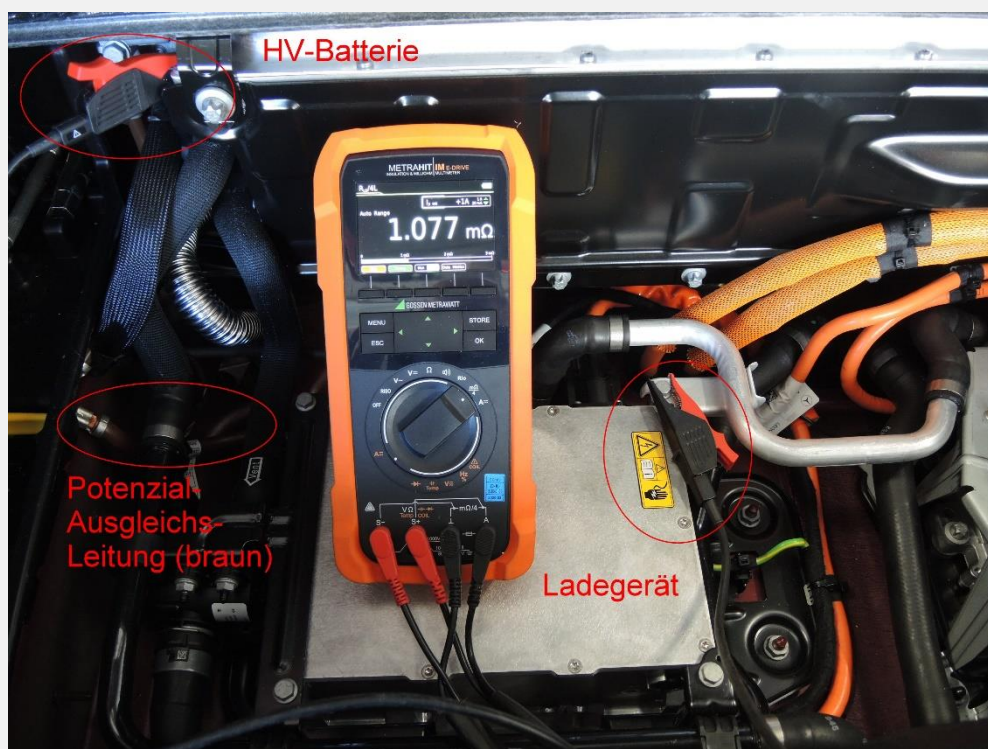
Příslušné směrnice bezpečnosti a ochrany zdraví při práci pak dovolují jen takové riziko, které je srovnatelné s rizikem při používání běžných (nepoškozených) domácích spotřebičů.

NEBEZPEČÍ PRO UŽIVATELE A ZKUŠEBNÍ TECHNIKY

Nebezpečí spojené s používáním elektrických zařízení a systémů vždy vyplývá z nebezpečí úrazu elektrickým proudem, elektrického oblouku, elektromagnetického rušení a statické elektřiny. Další možná nebezpečí, kterým lze předejít, mohou vyplývat z nesprávných elektrických prací na vozidle prováděných nedostatečně kvalifikovaným personálem jakož i z technických závad na vozidle.

Střídavé napětí vyšší než 50 V AC nebo stejnosměrné napětí vyšší než 120 V DC je podle příslušných norem (ČSN, VDE) považováno pro zdravého dospělého člověka jako životu nebezpečné dotykové napětí. Technická pravidla pro bezpečnost při provozu elektrických systémů vydaná Spolkovým úřadem pro ochranu zdraví při práci a pracovní lékařství (BAuA) stanovují maximální hodnoty na 25 V stejnosměrného a 60 V střídavého napětí.

Podle Institutu pro výzkum elektrických nehod dochází ve 40 % všech úrazů elektrickým proudem do 1 000 V při hledání poruchy nebo při opravách.



Obr. 1. Oranžové značení vysokonapěťových komponentů

ELEKTRICKÉ NEBEZPEČÍ U VYSOKONAPĚŤOVÝCH SYSTÉMŮ V MOTOROVÝCH VOZIDLECH

Pro pracovníky ve výzkumu, vývoji, výrobě a při provádění servisu vniká při práci na hybridních a elektrických vozidlech určité riziko. I když je díky konstrukčním a technickým opatřením výrobců vozidel vlastní bezpečnost vozidel, jak ji vyžadují právní předpisy, velmi vysoká, nelze toto zbytkové riziko ani při vši nezbytné péči zcela vyloučit (viz příklad domácích spotřebičů).

Dotyk vysokonapěťových částí, které jsou pod napětím v důsledku vnitřní poruchy, může způsobit, že lidským tělem protéká proud. I stejnosměrné proudy od cca 30 až 50 mA v oblasti hrudníku mohou vést ke kontrakci dýchacích svalů se zástavou dechu po dobu toku proudu. Střídavý proud s frekvencí 50 Hz o velikosti pouhých 10 mA a expozičním časem delším než 2 sekundy může vést k fibrilaci srdečních komor nebo dokonce k zástavě srdeční činnosti.

Jaká elektrická nebezpečí je třeba brát v úvahu u hybridních a elektrických vozidel?

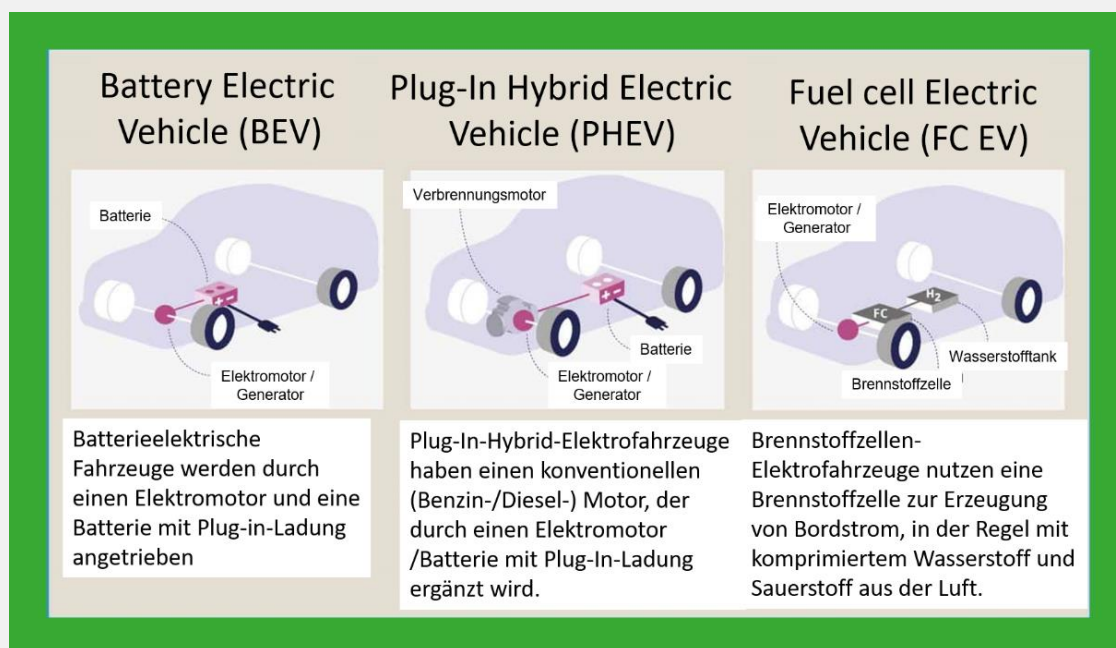
- Elektrický oblouk, který může způsobit popáleniny nebo dokonce smrt
- Zbytková napětí nebo neizolované kabely
- Závady v izolaci, které způsobují nekontrolovaný tok poruchových proudů

TYPY VOZIDEL

Rozlišujeme mezi čistě elektrickými vozidly, elektromobily čistě na baterie (Battery Electric Vehicle BEV), hybridními elektrickými vozidly (Hybrid Electric Vehicle HEV) a hybridními vozidly do zásuvky (Plug In Hybrid Electric Vehicle PHEV).

Čistě elektromobily využívají k pohonu výlučně elektrickou energii. Potřebná energie je uložena buď přímo ve vozidle, např. v baterii, nebo s v případě potřeby přivádí z vnějšku, např. přes trolejové vedení nebo prostřednictvím indukce. Elektrická energie může být generována rovněž přímo na palubě vozidla (palivové články).

Hybridní vozidla mají k dispozici dva různé pohonné systémy, každý s vlastním energetickým úložištěm. Zpravidla je vedle konvenčního pohonu (spalovací motor s palivovou nádrží) ještě přídatný elektrický pohon (elektromotor s vysokonapěťovou baterií). Dnes rozeznáváme Plug-In, Mild- a Mikrohybrid.



Obr. 2. Typy elektrických vozidel

VYSOKONAPĚŤOVÁ BATERIE A SERVISNÍ KONEKTOR JAKO BEZPEČNOSTNÍ PROSTŘEDEK

V různých vysokonapěťových systémech se využívají servisní konektory (obr. 3). Plní zde funkci hlavního jističe a hlavního vypínače, podobně jako v průmyslových zařízeních.

Proudový obvod se mezi moduly vysokonapěťové baterie přeruší a tím dojde k odpojení celého vysokonapěťového systému. Konektory jsou svým provedením u všech výrobců podobné.

Nově se rozšiřují servisní spínače (obr. 4), které společně vyvíjí více prvovýrobců. Vyrábějí se v licenci a další výrobci je nakupují a nasazují. Vypínače přerušují řídicí proud ke stykačům ve vysokonapěťové baterii, takže na bateriových přívozech není žádné napětí.

VYSOKONAPĚŤOVÉ KABELOVÉ SVAZKY

Vysokonapěťové kabely a vodiče ve vysokonapěťových kabelových svazcích musí mít oranžově značené pláště (obr. 5). Každý jednotlivý plusový a minusový vodič spojuje póly baterie s vysokonapěťovými částmi.

INVERTOR

Měníč, nazývaný též invertor (angl. také Converter), převádí třífázový proud vznikající na výstupu vysokonapěťového generátoru během zpomalování a brzdění na stejnosměrný proud (nabíjení vysokonapěťové baterie), zatímco v motorovém provozu (pohon elektromotorem) převádí stejnosměrný proud z trakční baterie na třífázový střídavý proud (obvykle pulzní stejnosměrný proud).

Vysokonapěťové části se označují speciálními bezpečnostními štítky s varovnými symboly.



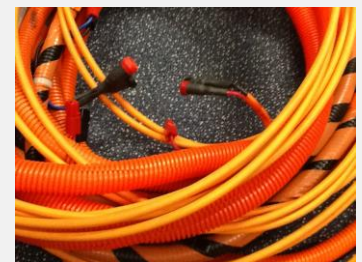
Obr. 7. Archiv IB-HU



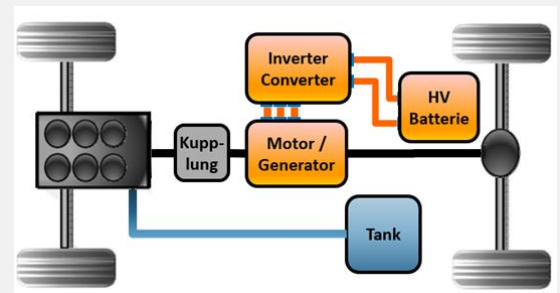
Obr. 3. Zdroj: DGUV I 200-005, dříve BGI/GUV-I 8686



Obr. 4. Archiv IB-HJ



Obr. 5. Archiv IB-HJ



Obr. 6. Schématické znázornění paralelního hybridu P2 (zdroj: archiv IB-HU)

PĚT BEZPEČNOSTNÍCH PRAVIDEL PRO PRÁCI VYSOKONAPĚŤOVÝCH SYSTÉMECH VOZIDEL

1. Odpojit

- vypnout zapalování
- vytáhnout servisní konektor
- vytáhnout pojistku

2. Zajistit proti znovuzapojení

- vyjmout klíček zapalování a bezpečně jej uschovat
- rozpojit servisní konektor nebo vytáhnout hlavní spínač baterie / uložit na bezpečném místě, oba zajistit proti opětovnému zapojení
- v případě potřeby vyjmout servisní vypínač a nahradit jej zásepkou



3. Ověřit, že zařízení není pod napětím (pomocí dvoupólové napěťové zkoušečky, podle ČSN EN 61243-3)

Dodržovat postup výrobce! To je důležité, protože i v případě elektricky odpojené vysokonapěťové baterie může být ve vysokonapěťových součástech stále zbytkový náboj.

Systém je považován za živý, dokud se neprokáže nepřítomnost napětí.



Obr. 8. Určení nepřítomnosti napětí pomocí napěťové zkoušečky

4. Uzemnit a zkratovat

Výjimka: Pokud byla pravidla 1-3 bezpečně provedena, lze u elektrických systémů, jejichž jmenovité napětí je nižší než 1 000 V AC nebo 1 500 VDC, upustit od Pravidel 4 a 5.

5. Zajistit ochranu před okolními částmi pod napětím

Toto je rovněž nezbytné při práci na vysokonapěťových systémech ve vozidlech, neboť (na rozdíl od některých názorů v literatuře):

- v případě prvních prototypů vozidla nemusí být vlastní bezpečnost ještě zaručena
- v případě nehody vozidla může být vysokonapěťový systém v nedefinovaném stavu.

Příklad možných bezpečnostních opatření výrobce automobilů při práci na vysokonapěťovém systému:

- vypněte zapalování
- odpojte záporný pól 12 V baterie
- zkontrolujte a nasadte si VN ochranné rukavice
- rozpojte servisní vypínač / vytáhněte servisní konektor a bezpečně jej uschovejte
- počkejte 5 minut, dokud se nevybijí kapacity v invertoru
- zkontrolujte, zda na VN přípojce není žádné napětí (v případě potřeby použijte testovací adaptér výrobce)
- vyjmuté VN zástrčky vždy izolujte

OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY (OOP)

Mezi osobní ochranné prostředky patří:

- vhodné nástroje pro práci pod napětím
- ochranné rukavice, přilba s obličejovým ochranným štítem, ochranný oděv proti el. oblouku
- zkoušečka napětí podle ČSN EN 61243-3 (DIN VDE 0682-401)
- bezpečné testovací přístroje a měřicí přístroje s odpovídajícím příslušenstvím

Poznámka:

Práci pod napětím vyšším než 25 V AC / 60 V DC mohou vykonávat pouze pracovníci s odpovídající kvalifikací!

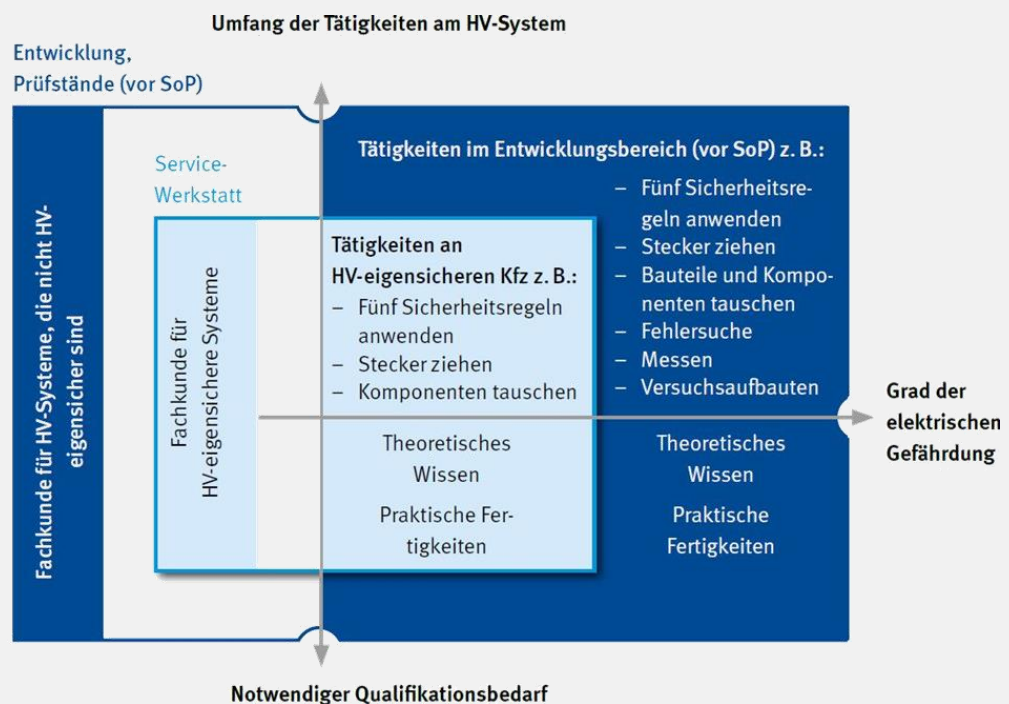
ODPOVĚDNOST

V zásadě je třeba brát v úvahu, že společnost (podnikatel) popř. provozovatel zařízení ručí za bezpečnost svých zaměstnanců při výrobě produktu, stejně jako odpovídá za bezpečnost kupujícího (uživatele) svého produktu za předpokladu jeho správném používání. Z toho vyplývají dvě oblasti bezpečnosti práce a bezpečnosti produktů. Bezpečnost produktu je také označována jako funkční bezpečnost. Předpisy pro dosažení funkční bezpečnosti se v některých oblastech překrývají s předpisy pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci, tedy s předpisy prevence úrazů. Rozdíl je však v tom, že pravidla pro předcházení úrazům mají právní charakter.

Provozovatel zařízení je odpovědný za prevenci úrazů a nehod ve svém podniku. Zejména musí zajistit, aby elektrické systémy a zařízení mohly instalovat, upravovat nebo udržovat pouze osoby s odpovídající kvalifikací nebo pod jejich vedením a dohledem.

Příklad pro Německo: Určité podnikatelské povinnosti mohou být svěřeny kvalifikovaným osobám i.S. TRBS 1203. Toto pověření musí být provedeno písemnou formou podle § 13.2 ArbSchG a § 9.2 OwiG.

Provozovatel systému a osoba, které byly svěřeny povinnosti, musí zajistit, aby práce na vysokonapěťových systémech vozidel prováděly pouze osoby s příslušnou kvalifikací. Požadovaná kvalifikace závisí na stupni ohrožení elektrickým proudem při výkonu práce. Německé zákonné úrazové pojištění (profesní svaz), vystupující mj. jako normotvorná instituce, uvádí k doplnění obecného předpisu DGUV-I 200-0052 (dříve BGI / GUV-I 8686) k prevenci úrazů DGUV předpis 1 a zvláštního předpisu k prevenci úrazů pro práci s elektrickými systémy a zařízeními DGUV předpis 3 následující vztahy:



Obr. 8. Schéma kvalifikačních požadavků, zdroj: DGUV I 200-005

TŘÍSTUPŇOVÁ KVALIFIKACE PRO PRÁCE NA VYSOKONAPĚŤOVÝCH ZAŘÍZENÍCH:

Stupeň 1 – Neelektrická práce

(Požadavek: odborně vyškolená osoba, osoba poučená) Bezpečná obsluha VN komponentů. Znalosti struktury, způsobu činnosti a značení VN komponentů, avšak žádné elektrické práce na nich..

Stupeň 2 – Práce bez napětí

(Požadavek: odborně vyškolená osoba pro práce na VN systémech bez napětí, osoba znalá)

Stupeň 3 – Práce pod napětím

(Požadavek: odborně vyškolená osoba pro práce na VN systémech pod napětím, osoba znalá s vyšší kvalifikací) V návaznosti na Stupeň 2 jsou vyžadovány teoretické a praktické elektrotechnické znalosti pro práci pod napětím.

BEZPEČNOSTNÍ PŘEDPISY A KONTROLNÍ POKYNY

Organizace ISO, „International Organization for Standardization / Mezinárodní organizace pro normalizaci“, zpracovává mezinárodní normy ve všech oblastech s výjimkou elektrotechniky a elektroniky. Pro ty je zde IEC, „International Electrotechnical Commission / Mezinárodní elektrotechnická komise“ (Standardizační orgán pro elektrotechniku) s výjimkou ITU, „International Telecommunication Union / Mezinárodní telekomunikační unie“, která je zodpovědná za telekomunikace. Všechny tři organizace tvoří WSC (World Standards Cooperation).

ISO TC22 (Technical Committee / Technická komise) SC21 se zabývá standardizací elektrických vozidel obecně a IEC TC69 pak konkrétně elektrickými součástmi.

Evropská hospodářská komise OSN (UN-ECE / EHK OSN). Předpisy EHK tvoří katalog mezinárodně dohodnutých jednotných technických předpisů pro vozidla, jejich části a vybavení motorových vozidel. Od roku 1997 se k dohodě mohou připojit i mimoevropské země. Předpisy EHK jsou rozhodující pro schvalování vozidel nebo jejich dílů.

UN-ECE R100 – Předpis č. 100 Evropské hospodářské komise při OSN: Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska zvláštních požadavků na elektrický pohon. První verze 23.8.1996. Poslední série změn 02 15.7.2013, poslední [2015/505]. Tento předpis definuje bezpečnostní požadavky na vozidlo s elektrickým pohonem v provozu, odpojené od nabíjecího zařízení a je určující pro kontrolu vysokonapěťové bezpečnosti.

R100 je platný předpis pro typové zkoušky vozidel s vysokonapěťovými systémy pro Evropu a země, které se k tomuto předpisu připojily (všechny mimoevropské nástupnické státy Sovětského svazu, USA, Kanada a Izrael). Některé z bezpečnostních požadavků norem IEC jdou nad rámec ECE R100, který nepokrývá všechny aspekty vysokonapěťové bezpečnosti. Výrobci by proto rozhodně měli brát v úvahu i normy IEC.

POŽADAVKY NA ELEKTRICKOU OCHRANU PODLE SMĚRNICE (EHK/OSN) č. 100 (UNECE R100)

1. Všechny aktivní části v prostoru pro cestující nebo v zavazadlovém prostoru musí splňovat požadavky na stupeň krytí IPXXD a všechny aktivní části v ostatních částech musí mít stupeň krytí alespoň IPXXB.
2. Všechny nechráněné vodivé části, jako je vodivá bariéra a vodivý plášť, musí být z důvodu ochrany před úrazem elektrickým proudem nepřímým dotykem galvanicky spojeny s elektrickou zemí, aby nevznikal nebezpečný potenciál. Předpisy pro prevenci úrazů stejně jako UNECE R100 beztak vyžadují maximální odpor mezi jakýmkoli dvěma dotykovými vodivými částmi při 0,2 A menší než 100 mΩ.
3. Označení vysokonapěťových částí varovným symbolem vysokého napětí.
4. Kabely pro vysokonapěťové přípojnice musí mít oranžový vnější plášť.
5. Pro izolační odpor přípojnic elektrického pohonu vůči galvanické zemi platí ve vztahu k provoznímu napětí následující požadavky:
 - > DC sběrnici, pokud je galvanicky oddělena od AC sběrnice
 - > 100 Ω / V pro AC sběrnici, pokud je chráněna
 - a) dvěma nebo více vrstvami pevné izolace, izolačními bariérami nebo pouzdrem, popř .
 - b) mechanicky odolnými ochrannými prostředky s odpovídající odolností po celou dobu životnosti, např. skříní motoru
 - > 500 Ω / V pro AC sběrnici a k ní připojenou DC sběrnici.

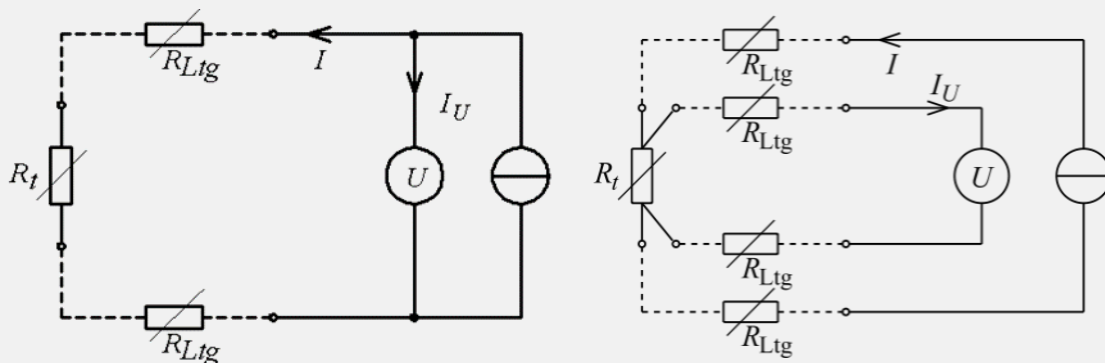
MĚŘICÍ METODY A PŘÍSTROJE VHODNÉ PRO OVĚŘOVÁNÍ OCHRANNÝCH OPATŘENÍ PODLE UNECE R100

Kontrola odporu zemnicího spojení: Požadavek $< 100 \text{ m}\Omega @ 0,2 \text{ A}$

Odpor zemnicího spojení musí být menší než $100 \text{ m}\Omega$ při $0,2 \text{ A}$. Pro měření odporu je třeba použít měřicí zařízení, které na jedné straně generuje měřicí proud minimálně $0,2 \text{ A}$ a na druhé straně dokáže měřit malé odpory v řádu miliohmů.

Předpisy pro prevenci úrazů a UNECE R100 vyžadují měřicí proud minimálně $0,2 \text{ A}$. Vzhledem k tomu, že odpor závisí na proudu a úměrně se s proudem zvyšuje, výrobci vozidel předepisují rovněž testování s vyššími proudy, například 1 A .

Dostatečně přesné měření malých odporů není možné při běžném dvou vodičovém měření. Úbytek napětí známého zdroje proudu I se měří na měřeném odporu R_t . Odpor pak vyplývá z Ohmova zákona. $R = U / I$. Nejde však o napětí na rezistoru R_t , ale na součtu všech rezistorů v obvodu rezistorů nebo v napájecím zdroji. Konkrétně $R_t + R_{Ltg}$, kde $R_{Ltg} = \Sigma$ (odpor přívodního vedení, šroubových nebo zástrčkových konektorů).



Obr. 10. 2- a 4-vodičové měření

Vhodnou měřicí metodou je čtyřvodičové měření, známé také jako Kelvinovo měření. Měřicí proud je přiváděn na testovaný objekt samostatným párem vodičů a úbytek napětí je měřen přímo na testovaném objektu dalším párem samostatných vodičů.

Proud protékající voltmetrem I_U s jeho vysokým vnitřním odporem je oproti měřicímu proudu I zanedbatelně malý. Úbytek napětí na měřicích vodičích je také zanedbatelný ve srovnání s úbytkem napětí nad měřeným objektem. Zdroj proudu I je také nezávislý na R_t . Měří se tedy pouze napětí na rezistoru R_t . Odpor pak vyplývá ze vztahu $R_t = U / I$.

ZPŮSOB MĚŘENÍ IZOLAČNÍHO ODPORU

Dostatečný odpor izolace aktivních částí (vysokonapěťový kabel a případně vysokonapěťová zástrčka) zajišťuje ochranu před přímým dotykem při práci na vysokonapěťové soustavě elektromobilu a při jeho provozu.

Vysokonapěťový systém je během provozu dále hlídán vestavěným automatickým hlídačem izolace. Tím má dojít k detekci jakýchkoli poruchových proudů a zabránit potenciálnímu nebezpečí, které by mohlo pro uživatele nastat.

Izolační odpor je nutné změřit nebo určit výpočtem. Pro výpočet se musí použít měřené hodnoty pro každou část nebo úsek vysokonapěťové přípojnice zvlášť, toto se nazývá „samostatné měření“.

1. Metoda měření stejnosměrným proudem z externích zdrojů:

Používá se měřicí přístroj, do kterého lze přivést stejnosměrné napětí vyšší, než je provozní napětí přípojnice. Měření se provádí mezi aktivními částmi a zemí pomocí napětí, které odpovídá alespoň polovině provozního napětí. Tyto měřicí přístroje se označují jako měřicí, kontrolní nebo zkušební přístroje pro měření izolačního odporu.

2. Metoda měření stejnosměrným proudem z baterie vozidla:

Pro měření by se měl použít voltmetr s $R_i \geq 10 \text{ M}\Omega$.

Nejprve se změří napětí na výstupu baterie (V_b) a napětí plus (V_2) a minus (V_1) vysokonapěťové přípojnice proti zemi. Pokud $V_1 \geq V_2$, zapojí se mezi mínus HV a zem srovnávací odpor R_o o známé hodnotě a měří se V_1' .

Vnitřní odpor se pak vypočítá takto:

$$R_i = R_o \cdot (V_b/V_1' - V_b/V_1) \quad \text{nebo} \quad R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1/V_1' - 1/V_1)$$

a z toho pak izolační odpor: $R_{iso} = R_i / V_b$

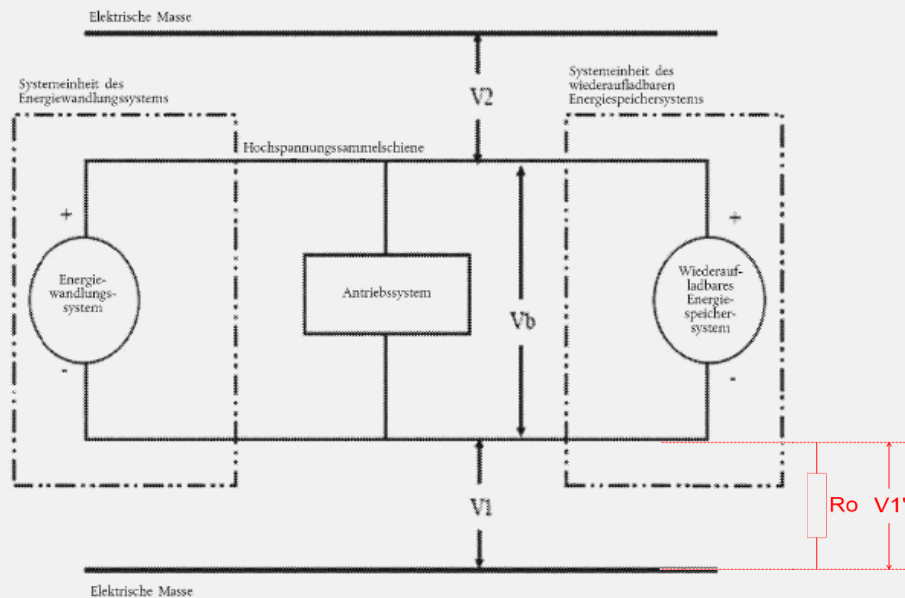


Abbildung 10: Metoda měření R_{iso} stejnosměrným proudem z baterie vozidla

Pokud $V_2 > V_1$, měření a výpočet se provádějí analogicky s porovnáním odporu mezi plus-HV (kladným pólem vysokonapěťové přípojnice) a zemí:

$$R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1/V_2' - 1/V_2)$$

Druhá metoda měření nevyžaduje externí zdroj napětí, ale je zapotřebí několik měření, posouzení konkrétního případu a následný výpočet. Není tedy příliš praktická pro použití v terénu a jedná se spíše o nouzové řešení, které se používá, pokud není k dispozici měřicí přístroj s vlastním zdrojem napětí pro měření izolačního odporu.

„ALL-IN-ONE“ PŘÍSTROJ METRAHIT IM E-DRIVE

Příkladem vhodného měřicího přístroje je METRAHIT IM E-Drive od firmy Gossen Metrawatt. Kombinuje několik zařízení v jednom: multimetr, miliohmometr pro kontrolu zemního spojení, tester izolace pro měření izolačního odporu a tester mezizávitového zkratu - s přídavným adaptérem COIL XTRA. Měření v miliohmtech lze provádět jak s minimálním měřicím proudem 200 mA, což se požaduje podle UNECE R100, tak s výrazně vyšším měřicím proudem 1 A, což zvyšuje spolehlivost měření. Pokud je měřený obvod tvořený různými materiály, vznikají v místech jejich spojů termoelektrická napětí, která ovlivňují výsledek měření. Tomu zabráňuje automatická teplotní kompenzace pro odpovídající měřicí rozsahy.

Čtyřvodičové nebo také Kelvinovo měření s přístrojem METRAHIT H+E CAR se provádí pomocí měřicích kabelů s krokosvorkami nebo sondami s odpruženými měřicími hroty, které umožňují spolehlivý kontakt i přes nevodivé povrchy.

Izolační odpor se měří pomocí měřicí funkce měření megaohmů s nastavitelnými zkušebními hodnotami napětí 50, 100, 250, 500 a 1000 V. Přiložené externí napětí se automaticky detekuje a zobrazí. Měření se prakticky zahájí a ukončí tlačítkem START/STOP na měřicí sondě. Druhým tlačítkem STORE na měřicí sondě se jednotlivé naměřené hodnoty ukládají, což je uživatelsky přívětivé.



Obr. 12. Kontrola izolačního odporu zkušebními napětím 500 V mezi invertorem a zemí pomocí měřicího adaptéru na konektoru Rosenberger na příkladu vozidla Mercedes GLC 350 e

Stav stárnutí izolace lze kontrolovat pomocí PI (polarizační index) a DAR (míra dielektrické absorpce).

METRAHIT IM E-DRIVE navíc nabízí funkce multimetru pro měření napětí, proudu, odporu, kapacity, continuity/diody, frekvence, rychlosti a pracovního cyklu a také měření teploty pomocí termočlánků nebo odporových senzorů PT100 / 1000. Proud a napětí se měří pro AC, CD a AC+DC se šířkou pásma 10 nebo 100 kHz TRMS.

Pomocí tlačítka STORE nebo automaticky pomocí funkce DATA Hold se jednotlivé naměřené hodnoty rychle a spolehlivě ukládají do přístroje. Průběžný přenos naměřených hodnot nebo načtení hodnot z paměti probíhá přes integrované rozhraní Bluetooth. Pro ukládání, vizualizaci a zpracování naměřených dat a pro generování testovacích zpráv je k dispozici software IZYTRONIQ a METRALOG APP.

Díky unikátní rychlovýměnné baterii s lithiovými polymerovými články je zařízení nezávislé na napájecí síti, je mobilní a lze jej tedy použít kdekoli. Baterie se nabíjí externě pomocí dodávaného 2 A USB napájecího adaptéru nebo pomocí jiného standardního USB napájecího zdroje. Provozování přístroje se síťovým adaptérem namísto bateriového modulu pak umožňuje nepřetržitý provoz. Bezpečnost lidí a strojů byla ve společnosti Gossen Metrawatt vždy velmi důležitá. Zařízení odpovídá kategorii měření CAT IV 600 V / CAT III 1000 V podle IEC 61010. Ochrana proti přetížení do 600 V a kvalitní tavná pojistka pro miliohmové měřicí rozsahy chrání zařízení i uživatele.

TEST MEZIZÁVITOVÝCH ZKRATŮ

Pokud se vyskytne problém v elektrickém stroji, bez ohledu na to, zda se jedná o motor nebo generátor, může mít elektrickou nebo mechanickou příčinu. Elektricky se jedná o závady vinutí nebo poruchy v řídicí elektronice. Při měření izolačního odporu se detekují poruchy izolace mezi vinutím a pláštěm. Zkratované závity ve vinutí lze snadno identifikovat vzájemným porovnáním elektrických vlastností vinutí vícefázových motorů. U přístroje METRAHIT IM E-DRIVE s volitelným COIL adaptérem XTRA se zkouška provádí pomocí rázového napětí 1 kV, tzv. rázový test. Tím se spolehlivě detekují i chyby, které mohou nastat teprve při provozním napětí.



Obr. 13. METRAHIT IM E-DRIVE s příslušenstvím



Obr. 14. METRAHIT IM XTRA s COIL adaptérem XTRA

Ochranný pryžový kryt **IM E-DRIVE** a dodávané pevný kufřík jsou oranžové barvy, stejně jako izolace vysokonapěťové elektroinstalace ve vozidle. Kufřík obsahuje zařízení včetně příslušenství, které je součástí dodávky: dotyková sonda, po jedné Kelvinově svorce a sondě, pár měřicích kabelů, dobíjecí baterie a síťový adaptér s USB nabíjecím kabelem. Kufřík obsahuje praktické přihrádky pro uložení dalšího volitelného příslušenství jako přídavná baterie nebo síťový zdroj.

Pro připojení k systémům pro zpracování dat je **METRAHIT IM E-DRIVE** vybaven integrovaným rozhraním Bluetooth. Do budoucna se plánuje rozšíření o rozhraní WLAN a síťový modul s datovým rozhraním USB. Vybraným zákazníkům se nadto poskytuje protokol rozhraní pro integraci do proprietárních aplikací a systémů.

Součástí dodávky zařízení je i databázový software **IZYTRONIQ** včetně licence pro verzi Business Starter. SW umožňuje správu přístrojů, strojů, zařízení a lékařských přístrojů v kombinaci s jejich jednotlivým umístěním prostřednictvím dvojitě stromové struktury, stejně jako dalších testerů, revizních přístrojů, katalogů a sekvencí. Výměna dat s revizními/měřicími přístroji je obousměrná. Podporován je i přenos naměřených hodnot přes Bluetooth pomocí funkce push/print z přístroje do softwaru. Pomocí editoru protokolů lze šablony měřicích protokolů a revizních zpráv individualizovat, protokoly lze ukládat jako dokumenty Word a PDF, lze vkládat loga společnosti, podpisy apod.

Autoři (překlad)

Dipl.-Ing. Klaus Leibold
Produktmanager Test & Measurement
Gossen Metrawatt GmbH, Nürnberg

Dipl.-Ing. Heinz-J. Jansen
Sachverständiger für Hochvoltfahrzeuge,
Ingenieurbüro Jansen GmbH, Pulheim

GMC INSTRUMENTS



GMC - měřicí technika, s.r.o.
Fügnerova 1a ▪ 678 01 Blansko ▪ Česká republika
TEL +420 516 482 611, +420 516 410 905

www.gmc.cz ▪ gmc@gmc.cz