

Jos suurjännitteiset vaihto- ja tasavirtaväylät on **yhdistetty** galvaanisesti, suurjänniteväylän ja sähköisen alustan välisen erotusresistanssin on oltava vähintään  $500\ \Omega$  käyttöjännitteen voltia kohden. Kuitenkin, jos suurjännitteiset vaihtovirtaväylät on suojattu jollakin seuraavista kahdesta menetelmästä, suurjänniteväylän ja sähköisen alustan välisen erotusresistanssiksi riittää vähintään  $100\ \Omega$  käyttöjännitteen voltia kohden:

- kaksi tai useampia kerroksia kiinteää eristettä, suojuksia tai koteloita, jotka erikseen täyttävät E 100 säännön kohdan 5.1.1 vaatimuksen,<sup>7</sup> esimerkiksi johdinsarja
- mekaanisesti vahvat suojaukset, jotka ovat riittävän kestäviä ajoneuvon käyttöajan ajan, kuten moottorien suojuukset, elektronisten muuttajien kotelot tai liittimet.

Erotusresistanssi on mitattava tasajännitteellä, joka on vähintään puolet suurjänniteväylän toimintajännitteestä.

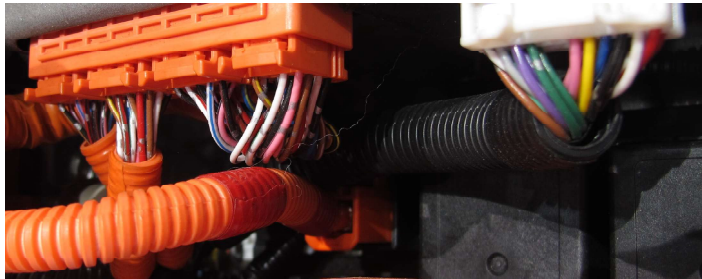
Jos ajoneuvo on ladattavissa maadoitetulla ulkoisella teholähteellä, on latauksen aikana ajoneuvon sisääntuloon galvaanisesti kytkettynä olevan virtapiirin osalta korkeajänniteväylän ja sähköisen alustan välisen erotusresistanssin on oltava vähintään  $1\ \text{M}\Omega$  silloin, kun latauskytkentä on irrotettu.



**Noudata aina valmistajan ohjeita eristysresistanssimittauksessa!**

Väärästä paikasta mittaaminen voi johtaa komponenttien rikkoutumiseen.

<sup>7</sup>Matkustamossa tai tavaratilassa suojausluokan IPXXD, muualla IPXXB.



Kuva 2.3: Korkeajännitekaapelit, jotka eivät ole koteloiden sisällä, on varustettava oranssilla ulkokuorella. Vasemmalla on korkeajännitejohtimia, oikealla tavallisia pienisjännitejohtimia.

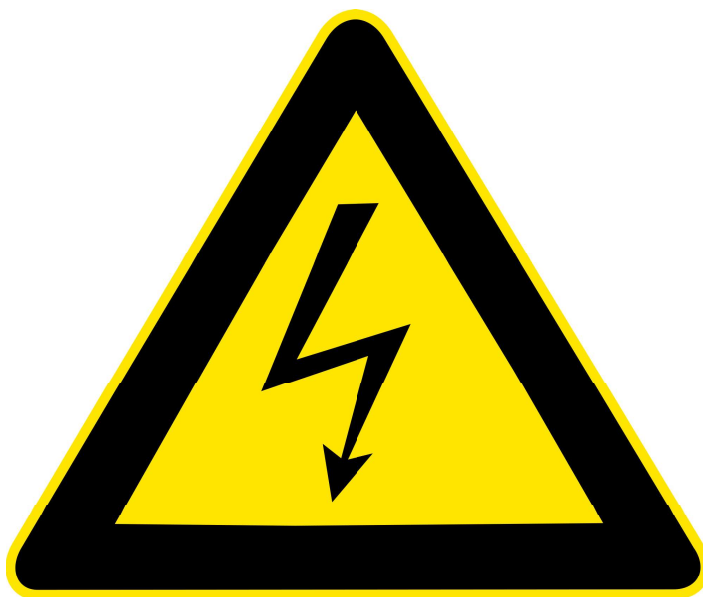
#### **Akun erotusjärjestelmä**

Korkeajänniteakun sisällä on usean – tyypillisesti kolmen – suurivirtaisen releen eli kontaktorin rinnakkaispiiri, jonka päätarkoitus on erottaa korkeajänniteakku muusta ajoneuvosta silloin, kun

- ajoneuvo on off-tilassa
- ajoneuvoon tulee toimintahäiriö
- ajoneuvo joutuu onnettomuuteen.

Nämä kontaktorit saavat ohjausvirran ajoneuvon 12 voltin järjestelmästä. Jos ohjausvirta katkaistaan, korkeajänniteakku erottuu välittömästi muusta ajoneuvosta sähköisesti.

Releiden päällekytkennässä erityinen viivepiiri huolehtii siitä, että releet kytketään päälle vaiheittain. Ensimmäisenä kytkeytyy päälle rele, joka on varustettu sarjavastuksella, joka rajoittaa kytkentävirtaa ja näin suojaa releen kärkiä syöksyvirralla, joka lataa muuttajan kondensaattorit. Heti tämän jälkeen kytketään kaksi seuraavaa relettä.



Kuva 2.4: Korkeajännitteen varoitussymboli, jolla energiavara-  
rastojärjestelmä on varustettava. Symbolin on oltava näkyvis-  
sä myös koteloidissa ja suojuksissa, joiden poistaminen paljas-  
taisi suurjännitepiirien jännitteellisiä osia, elleivät ne sijaitse  
lattian alla tai paikassa, johon käsiksi pääsy vaatii työkalujen  
käyttöä.

## 72 LUKU 2. HYBRIDI- JA SÄHKÖAJONEUVOTEKNIikka

Ratkaisun tarpeellisuus johtuu suuresta kytkentävirrasta, joka puolestaan johtuu invertterin suurista kondensaattoreista. Kyse on samasta ilmiöstä, joka tapahtuu kytkettäessä kannettavan tietokoneen laturia pistorasiaan: koskettimet kipinöivät, kun laturissa olevat kondensaattorit varautuvat silmänräpäyksessä.

### **12 voltin akun irrottaminen varmistaa, että ajoneuvo pysyy jännitteettömänä**

Sähköajoneuvojen jännitteettömäksi tekeminen sisältää valmistajan ohjeissa käytännössä aina myös 12 voltin järjestelmän akun irrottamisen sen jälkeen kun auto on sammutettu. Tämä varmistaa, että korkeajänniteakun kontaktorien ohjausvirta katkeaa, jolloin ajoneuvo on tehty jännitteettömäksi. Jännitteettömyyden toteaminen on ehdottoman tärkeää tämän jälkeen: jos releiden koskettimet ovat hitsautuneet kiinni, ajoneuvo ei ole jännitteetön, vaikka ohjausvirta katkaistaan.

Ennen 12 voltin akun irrottamista on tärkeää sammuttaa ajoneuvo virtalukosta tai viemällä avaimet riittävän kauas autosta – mikäli ajoneuvo on päällä, syöttää auton oma DC/DC-muunnin auton 12 voltin järjestelmää, ja se pysyy päällä vaikka 12 voltin akku irrotettaisiin!

Tärkeintä on noudattaa ajoneuvovalmistajan ohjeita jännitteettömäksi tekemisessä.

### **Interlock-piiri**

Sähkö- ja hybridiajoneuvot on varustettu suojajärjestelmällä, joka katkaisee korkeajänniteakun kontaktorien ohjausvirran, mikäli korkeajänniteosien suojuksia poistetaan. Tämän tarkoituksena on estää asiattoman korjausyrityksen aiheuttamat sähkötapaturmat. Tätä järjestelmää kutsutaan interlock-järjestelmäksi.