

Imola, 01/07/2022



LINEE GUIDA PER LA SICUREZZA NELLA PROGETTAZIONE DI VEICOLI ELETRICI O IBRIDI

Document Version	0.1
Issue Date	01/07/2022
Prepared by	Riccardo Massaro
Approved by	Davide Dal Pozzo

CONFIDENTIALITY: This document and its attachments are **STRICTLY CONFIDENTIAL** and are addressed solely to the persons listed above. The document discloses confidential information and intellectual properties contents whose rights are of ELSA Solutions SpA. All the information contained therein are strictly confidential and shall not be forwarded / showed / copied / transmitted / communicated to third parties without written authorization by ELSA Solutions SpA.

Sommario

FINALITA' DEL DOCUMENTO:	3
1. SCELTA DELLA TENSIONE DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA	4
a. MESSA A TELAIO DELLE BATTERIE – SEZIONE CAVI	6
2. IDENTIFICAZIONE / RICONOSCIMENTO	8
3. SOLLEVAMENTO DELLA BATTERIA.....	10
4. MSD – MANUAL SERVICE DISCONNECT SWITCH.....	11
5. HVIL – HIGH VOLTAGE INTERLOCK LOOP	12
6. GFD – GROUND FAULT DETECTOR	14
7. ZONA TAGLIO CAVI	15
8. IN CASO DI INCENDIO / ESTRAZIONE FUMI	18
9. INFORMAZIONI AGGIUNTIVE IMPORTANTI.....	19
10. LEGENDA – SIMBOLOGIA DA MANUALI AUTOMOTIVE – NORMATIVA ISO 7010	20
11. BIBLIOGRAFIA	22

ELSA Solutions SpA

FINALITA' DEL DOCUMENTO:

La finalità di questo documento è quella di costituire una raccolta di informazioni e di BEST PRACTICE attualmente implementate dai produttori AUTOMOTIVE di veicoli elettrici ed ibridi per quanto concerne la sicurezza dei sistemi ed il comportamento in caso di problema / incendio.

Questo documento non è da intendersi né come un RESCUE SHEET né come una ANALISI DEI RISCHI, tuttavia può contenere informazioni e riferimenti a normative necessarie per realizzare una analisi dei rischi.

Le informazioni contenute agevolano lo sviluppo di soluzioni e progetti di macchinari e veicoli avvantaggiandosi dalle scelte e dalle tecnologie ad oggi note, ed orientando la progettazione e la preparazione della relativa manualistica al massimo della sicurezza, secondo l'attuale STATE OF THE ART.

ELSA Solutions SpA

1. SCELTA DELLA TENSIONE DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA

Per quanto non ci siano regole specifiche o standard atti ad indicare come effettuare la scelta della tensione del sistema di trazione, si ritiene opportuno effettuare sempre alcune valutazioni preliminari in merito alle normative bassa e bassissima tensione elettrica.

DEFINIZIONE DI SISTEMI A BASSISSIMA TENSIONE – EXTRA LOW VOLTAGE o ELV

Sono sistemi in bassissima tensione, quindi regolamentati dalla norma CEI11-27, con tensione massima fino a 120V Corrente Continua oppure fino a 50V Corrente Alternata secondo **Categoria 0**

- Un impianto ELV con una corrente $\leq$ a 2 A è definito impianto a bassissima tensione e corrente debole.
- Un impianto ELV con una corrente $>$ a 2 A è definito impianto a bassissima tensione e corrente forte.

I sistemi elettrici a bassissima tensione ELV possono essere classificati in 3 gruppi denominati SELV, PELV e FELV:

- SELV (SAFETY EXTRA-LOW VOLTAGE): circuito isolato da un trasformatore e sicuro in ogni condizione, anche in caso di guasto a terra.
- PELV (PROTECTED EXTRA-LOW VOLTAGE): circuito isolato e in sicurezza anche in caso di guasto, ad eccezione di una dispersione esterna a terra.
- FELV (FUNCTIONAL EXTRA-LOW VOLTAGE): qualsiasi circuito operante nel campo della ELV non conforme agli standard precedentemente elencati.

Le seguenti sono da ritenersi sorgenti di tensione per SELV e PELV

- Trasformatore di separazione
- Una sorgente elettrochimica (una batteria o un accumulatore)
- Un'altra sorgente di corrente, ad esempio un gruppo elettrogeno, che soddisfi lo stesso grado del trasformatore di separazione
- Determinati dispositivi elettronici che offrono lo stesso grado di sicurezza di un trasformatore di separazione
- Con un convertitore (composto da un motore allacciato alla rete accoppiato con un generatore e separati fra di loro con un doppio isolamento)
- Generatore diesel
- Celle fotovoltaiche

SISTEMI SELV

Sono sistemi a bassissima tensione in condizione di SAFETY, per cui anche in caso di guasto di componenti la tensione massima presente rispetto alla terra non è pericolosa per l'uomo. Questo è il fattore principale per cui godono di una elevata diffusione soprattutto quando le potenze elettriche rientrano in valori inferiori ai 10-12KW.

Vengono definiti sistemi SAFETY EXTRA LOW VOLTAGE tutti i sistemi con tensione nominale inferiore a 25V Corrente Alternata oppure 60V Corrente Continua.

Pertanto, tutti i sistemi di Powertrain elettrici o ibridi nei quali l'accumulatore abbia una tensione MASSIMA di fine carica inferiore ai 60V Corrente Continua sono sistemi SELV

TENSIONE NOMINALE BATTERIA	TENSIONE MAX FINE CARICA	TENSIONE CARICABATTERIE
24V DC	~ 28V DC	< 30V DC
36V DC	~ 42V DC	< 45V DC
48V DC	~ 56V DC	< 60V DC

L'utilizzo di batterie con le tensioni sopra elencate consente al produttore del veicolo elettrico o ibrido di avvalersi dei vantaggi legati alle normative SELV. Ricordiamo che le batterie e gli accumulatori sono equiparati a quadri elettrici sotto tensione, in quanto sono sempre alimentate).

PERSONALE ADDETTO AD OPERARE

Infatti, da quanto sopra discerne il regolamento relativo alle persone autorizzate a lavorare in quadri sotto tensione. Il personale abilitato PES oppure PAV (PERSONA ESPERTA o PERSONA AVVERTITA) può lavorare con le dovute attenzioni e con i dovuti DPI in tutti i sistemi di CATEGORIA 0 anche se alimentati. Il personale NON abilitato PES oppure PAV, detto anche PEC (PERSONA COMUNE) è autorizzato a lavorare con le dovute attenzione e con i dovuti DPI solo ed esclusivamente in tutti i sistemi SELV. Questo consente alle batterie con tensione massima di fine carica sotto i 60Volt DC di poter essere gestite in ottica Service e Manutenzione in modo ordinario o straordinario da personale tecnico qualificato, anche se privo di un particolare addestramento tecnico e qualifica professionale PES – PAV, e relativa idoneità PEI.

SISTEMA	ELV		
GRUPPO	SELV	PELV	FELV
TENSIONE DI BATTERIA/GENERATORE MASSIMA AMMESSA	<60V CC	<120V CC	<120V CC
PES Persona Esperta con adeguata formazione ed esperienza	NON NECESSARIO	RACCOMANDATO ma non OBBLIGATORIO	RACCOMANDATO ma non OBBLIGATORIO
PAV Persona Avvertita con adeguata formazione	NON NECESSARIO	OBBLIGATORIO, con SUPERVISIONE DI UN PAV	OBBLIGATORIO, con SUPERVISIONE DI UN PAV
PEC Persona Comune	PUO' ESSERE IDONEO AD OPERARE	NON PUO' OPERARE	NON PUO' OPERARE

Si ricorda che l'idoneità ad eseguire un particolare lavoro sotto tensione è una scelta in capo al datore di lavoro.



Poiché la tensione di ricarica di una batteria al litio 48Volt è pari a circa 58Volt CC, si ritiene che le batterie a 48Volt siano quelle con la massima tensione nominale per poter rientrare, a prescindere dalla condizione di tensione e stato di carica nonché da presenza di guasti, nel gruppo SELV. Questa deduzione è confermata anche dalla scelta delle case automobilistiche, che nel caso di veicoli MILD HYBRID hanno optato per una batteria di avviamento e servizi a 48Volt, consentendo così ad una ampia platea di personale tecnico di poter operare senza la necessità di ricadere nei requisiti e nella formazione specifica PES / PAV.

CLASSE DI PROTEZIONE III

Nel caso della bassissima tensione, non è prevista generalmente alcuna protezione contro il contatto elettrico indiretto. La protezione consiste solamente nella limitazione della tensione ai valori della tensione bassissima ELV. I mezzi di servizio della classe di protezione III devono essere quindi impiegati soltanto con tensioni che siano conformi alle esigenze richieste per le tensioni bassissime (SELV e PELV).

Questo consente di poter utilizzare una ampia gamma di connettori, senza dover ricorrere a soluzioni HVIL e senza dover utilizzare esclusivamente dotati di protezione IP2X quando non innestati.



In linea di massima, considerando le correnti ammesse e la sezione dei cavi necessaria per distribuire l'energia e la potenza a bordo del veicolo, si tende ad evitare condizioni di carico che comportino correnti superiori ai 250Amp continuative. Pertanto ne discende che in funzione della potenza installata sul veicolo si può esemplificativamente considerare la seguente tabella come linea guida alla scelta della tensione del Powertrain

Potenza MAX continuativa in servizio S1	Tensione di batteria nominale	Corrente nominale
P < 10KW	48Volt DC	250Amp
10 < P < 20KW	80-96Volt DC	200/250Amp
20 < P < 40KW	120-144Volt DC	200/250Amp
40 < P < 80KW	350Volt DC	120/240Amp
	435Volt DC	80/150Amp
P > 80KW	600-650Volt DC	120/150Amp

a. MESSA A TELAIO DELLE BATTERIE – SEZIONE CAVI

I conduttori di terra normalmente si presentano sottoforma di corde o di piattine.

Se il conduttore è nudo e interrato svolge anche le funzioni di dispersore e deve quindi avere le sezioni minime stabilite per i dispersori (come indicato nella figura 2,35 mm² se in rame 50 mm² se in acciaio zincato) se invece si tratta di corda nuda installata a vista le sezioni minime previste sono di 25 mm² se in rame e di 50 mm² se in acciaio zincato (tab. 1).

Il conduttore di terra può essere anche isolato, normalmente in PVC, e quindi, essendo garantita una buona protezione contro la corrosione, la sezione minima può essere di 16 mm² sia se di rame sia se di acciaio zincato. La sezione può essere ulteriormente ridotta se si adottano contemporaneamente difese contro le aggressioni chimiche e contro le sollecitazioni meccaniche, ad esempio conduttore isolato posato entro tubazione di tipo pesante. In questo caso la sezione minima non deve però essere inferiore alla maggiore sezione del conduttore di protezione collegato al collettore principale di terra.

È consigliabile proteggere mediante tubi, solitamente in PVC, la parte interrata ed emergente dal terreno per migliorare le difese contro la corrosione e contro gli urti.

	Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
	Sezione conduttore di fase	Sezione minima conduttore di terra	Sezione minima conduttore di terra
Protetto contro la corrosione (In ambienti non particolarmente aggressivi dal punto di vista chimico il rame e il ferro zincato si considerano protetti contro la corrosione)	$S_F < 16$	$S_E = S$	16 mm ² se in rame
	$16 \leq S_F \leq 35$	$S_E = 16$	16 mm ² se in ferro zincato
	$S_F > 35$	$S_E = S/2$	(secondo Norma CEI 7-6 o con rivestimento equivalente)
Non protetto contro la corrosione	25 mm ² se in rame 50 mm ² se in ferro zincato (secondo la Norma CEI 7-6 o con rivestimento equivalente)		

Tabella 2 – Sezioni minime (S_E) dei conduttori di terra

Un esempio di applicazione delle norme, in relazione alle sezioni minime da adottare, nel caso di conduttori di terra in rame è riportato nella figura 8.

Il dimensionamento dei conduttori di terra deve essere condotto in modo differente a seconda che si tratti di impianto alimentato in bassa tensione o in alta tensione. Le ragioni che stanno alla base del dimensionamento dei conduttori di terra sono principalmente legate alla resistenza meccanica e alla corrosione del conduttore. La corrente di guasto, infatti, che in condizioni di normale funzionamento è zero, è quasi sempre sopportabile da conduttori di terra che rispettino le sezioni minime di tab. 1 stabilite dalle Norme. Una verifica più approfondita è comunque sempre auspicabile e richiede un'analisi dei singoli sistemi di distribuzione.

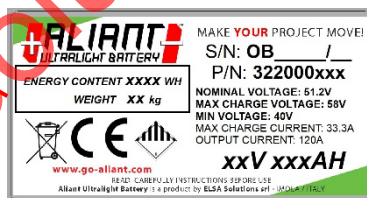
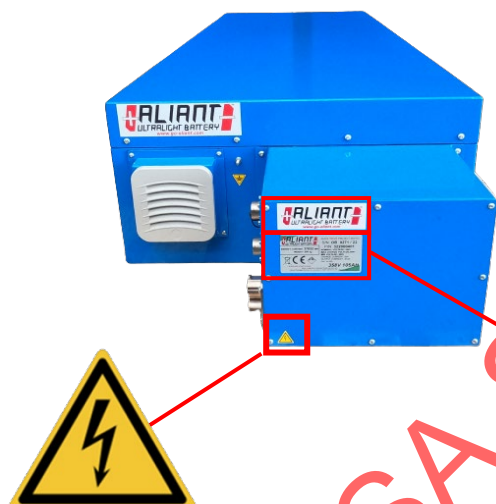
2. IDENTIFICAZIONE / RICONOSCIMENTO

Tutte le batterie ALIAANT presentano oltre al marchio, un'etichetta con relative specifiche tecniche.

Qui di seguito si riporta una immagine della batteria di esempio considerata:



Nell'etichetta sono riportate le principali informazioni relative alla batteria:



L'etichetta di rischio elettrico viene apposta sulle portelle, rimuovibili solo con chiave inglese o similare, che possono avere parti elettriche in tensione dopo rimosse.



In linea di massima, quando si procede ad identificare i rischi legati alla manutenzione ordinaria e straordinaria e quando si procede a valutare i simboli da utilizzare per la marcatura dei componenti e di un veicolo elettrico, occorre tenere un approccio orientato alla massima prudenza.



WARNING - DEATH

Avvertenza:

Indipendentemente dalla procedura che si utilizza, PRESUPPORRE SEMPRE CHE TUTTI I COMPONENTI AD ALTA TENSIONE SIANO ALIMENTATI! Il taglio, lo schiacciamento o il contatto con componenti ad alta tensione possono provocare lesioni gravi o mortali.

I principali parametri indicati nella etichetta sono i seguenti:

S/N	Serial Number: è il numero di matricola univoco per ogni batteria prodotta
P/N	Part Number: è il codice del prodotto
	Simbolo trasporto ADR per merci pericolose, informazione utile ai fini del trasporto
ENERGY CONTENT XXXX WH WEIGHT XX kg	Energia totale della batteria espressa in WH e peso della stessa. Queste informazioni sono utili sia ai fini del trasporto che dello smaltimento della batteria.
NOMINAL VOLTAGE: 51.2V MAX CHARGE VOLTAGE: 58V MIN VOLTAGE: 40V	Tensione nominale della batteria Tensione massima di carica della batteria Tensione minima della batteria
MAX CHARGE CURRENT: 33.3A OUTPUT CURRENT: 120A	Massima corrente di carica e corrente in uscita della batteria in condizioni ottimali di esercizio
xxV xxxAH	Tensione e Capacità della batteria, espresse relativamente in V e Ah

3. SOLLEVAMENTO DELLA BATTERIA

Nella cassa di ogni batteria sono presenti dei punti di sollevamento contraddistinti dall'adesivo LIFTING POINT, che identifica le zone per cui la carpenteria è idonea al sollevamento.

Generalmente le batterie ALIAANT sono dotate di uno dei seguenti possibili sistemi di sollevamento:

1. SOLLEVAMENTO CON PREDISPOSIZIONE GOLFARE
2. SOLLEVAMENTO CON PREDISPOSIZIONE PER PRESA FORCHE
3. SOLLEVAMENTO CON GOLFARE APPLICATO



E' comune trovare, al di sotto della cassa, degli ingressi per l'inserimento delle forche del carrello elevatore.



4. MSD – MANUAL SERVICE DISCONNECT SWITCH

Alcune batterie HV sono equipaggiate con una spina di disconnessione del servizio ad alta tensione chiamata MSD (Manual Service Disconnect), strumento affidabile e sicuro per scollegare la batteria ad alto voltaggio ed aprire il circuito HVIL (High-Voltage Interlock Loop), proteggendo il pacco batteria da cortocircuiti e proteggendo gli operatori dalla possibile presenza di tensione sui cavi HIGH VOLTAGE del veicolo.

Dispone di una leva a due fasi per aprire il circuito HVIL prima della separazione dei contatti ad alta tensione. Prima la leva viene tirata all'indietro, quindi viene ruotata verso l'alto ed estratta.

Tutte le superfici di conduzione ad alta tensione del gruppo di contenitori femmina sono touch-safe.



1. Pull the lever to the rear.



2. Turn lever upwards and pull out plug in upward direction



E' sempre consigliato riportare un adesivo in prossimità di questo connettore, visibile dall'esterno, atto ad identificarne e localizzarne la presenza.



Avvertenza:

Presenza di dispositivo manuale per disconnessione del pacco batteria a mezzo di MSD. Utilizzare la simbologia dedicata, come raffigurato a sinistra.

5. HVIL – HIGH VOLTAGE INTERLOCK LOOP

HVIL, acronimo utilizzato per indicare un sistema di High Voltage Interlock Loop, è una caratteristica di sicurezza dei veicoli ibridi ed elettrici che protegge il personale durante l'assemblaggio, la riparazione, la manutenzione e il funzionamento del veicolo. HVIL è generalmente utilizzato solo nei casi in cui il powertrain sia in LOW VOLTAGE, mentre generalmente non è utilizzato nei casi in cui il powertrain sia in EXTRA LOW VOLTAGE, a prescindere dalla tipologia.

HVIL consiste in un anello concatenato di contatti che si chiude solo quando tutti i componenti e i connettori (CONNECTORS) presenti sul bus DC in alta tensione sono correttamente applicati e montati sulle relative basi (RECEPTACLE). Il sistema HVIL è progettato per proteggere chiunque possa entrare in contatto con i componenti ad alta tensione di un veicolo elettrico, in qualsiasi fase del suo ciclo di vita, dall'assemblaggio all'utilizzo.

L' HVIL non è necessario nei veicoli ibridi, alimentati a gas / diesel o benzina, qualora i loro sistemi elettrici funzionano a bassa tensione (EXTRA LOW VOLTAGE) e pertanto non rappresentano alcun rischio elettrico per gli operatori e i tecnici. Ma nei veicoli ibridi ed elettrici includono sottosistemi di batterie, cavi, adattatori e controller che funzionano a tensione più elevata (quindi LOW VOLTAGE) richiedono caratteristiche di sicurezza ulteriori.

L' HVIL agisce come una sorta di interruttore automatico che invia un messaggio o un codice di errore al conducente se una connessione ad alta tensione si allenta, si scollega o si danneggia durante l'utilizzo del veicolo, proteggendo quindi il conducente e i passeggeri in caso di incidente. Per essere realizzato occorre selezionare sistemi di connessione specifici, come ad esempio quello realizzato in figura, che presentano oltre ai contatti di potenza principali, dei contatti ausiliari LOW VOLTAGE con architettura POST MATE: i contatti ausiliari saranno in conduzione solo quando i contatti principali sono innestati ed il connettore è adeguatamente accoppiato nella specifica presa.



L' HVIL utilizza un circuito continuo a extra bassa tensione (tipicamente 12Volt o 24Volt) che monitora tutti i connettori e i componenti ad alta tensione in un veicolo elettrico. Se il segnale HVIL a extra bassa tensione viene interrotto per qualsiasi motivo, indica che c'è un problema con il sistema ad alta tensione.

Quando un circuito HVIL si guasta, viene attivato un codice di errore diagnostico e viene visualizzato un avviso sul pannello di controllo del veicolo, per informare i conducenti che occorre portare il veicolo in assistenza. Il codice di errore fornisce anche informazioni ai tecnici dell'assistenza sulla natura del problema, in modo che possano evitare qualsiasi problema relativo alla sicurezza.

La gestione del segnale derivante dal circuito HVIL è sempre a carico della centralina veicolo VCU, con funzionalità di SAFETY, perché solo quest'ultima può essere programmata per decidere quale comportamento e quali scelte compiere in caso di HVIL aperto.



Le batterie sono predisposte per la gestione del segnale e della catena HVIL, ma non è a carico del BMS (Centralina batteria o BATTERY MANAGEMENT SYSTEM) il condizionamento del medesimo e la relativa decisione sul comportamento da tenere.



Avvertenza:

A seconda dell'applicazione e del tipo di macchinario, occorre fare da parte del costruttore del veicolo una analisi dei rischi dedicata a prendere in considerazione nello specifico cosa comporta l'interruzione del circuito HVIL e quali azioni intraprendere, considerando le diverse condizioni di operatività del mezzo (a titolo esemplificativo e non esaustivo: in fase di carica, in utilizzo, in caso di frenata rigenerativa, con presenza di uomo a bordo, ecc...)

6. GFD – GROUND FAULT DETECTOR

Il rilevatore di guasti a terra, denominato GFD, viene utilizzato per rilevare i guasti a terra su circuiti isolati a potenza limitata.

Il GFD fornisce un servizio di monitoraggio dei guasti a terra per un massimo di due segnali isolati.

Nel caso dovesse presentarsi un guasto a terra, esso verrà rilevato in un tempo massimo di 20 secondi.

Sono disponibili contatti a relè integrati per indicare le condizioni di guasto e di guasto a terra, oppure il GFD può essere configurato per mettere un guasto a terra sul circuito di monitoraggio.

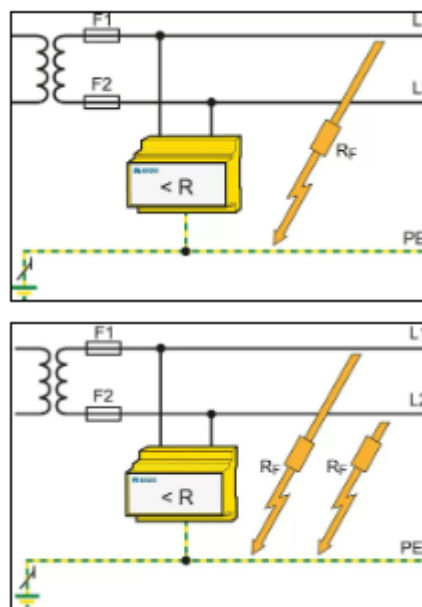
Il GFD è un'unità autonoma. I suoi contatti possono essere monitorati da altri dispositivi di input del sistema ed è provvisto anche un circuito di watchdog, che mantiene eccitato il relè.

Il GFD viene collegato ai conduttori di alimentazione in tensione e a terra.

Proprio come un ohmmetro, applica una tensione tra questi punti per misurarne la resistenza.

In caso di guasto a terra, il guasto chiude il circuito di misurazione tra il sistema monitorato e la terra, riuscendo ad individuare la presenza del guasto tramite il risultato ottenuto con la misurazione della resistenza. Questa tecnica può essere utilizzata su sistemi AC, DC e misti AC/DC e consente il rilevamento di guasti a terra sia simmetrici che asimmetrici.

Se la resistenza di isolamento misurata scende al di sotto di un valore impostato, viene emesso un allarme. I monitor di guasto a terra fungono da sistemi di allerta precoce, fornendo agli operatori le informazioni di cui hanno bisogno per pianificare le misure di manutenzione appropriate.



7. ZONA TAGLIO CAVI

Le recenti indicazioni e raccomandazioni rilasciate dai VVFF Americani hanno spinto i costruttori di auto elettriche e a migliorare la documentazione necessaria, RESCUE SHEET, in caso di assistenza da parte dei Vigili del Fuoco. Come chiaramente visibile in alcuni estratti sotto riportati, le BEST PRACTICE nella redazione di documentazione e manualistica prevedono precise istruzioni e immagini del veicolo che riportano:

- ZONA TAGLIO CAVI DI ALIMENTAZIONE BATTERIA (12VOLT O 24VOLT)
- INDICAZIONE PERCORSO CAVI ALTA TENSIONE (HIGH VOLTAGE DC BUS CABLE) SUL VEICOLO
- ZONA RIMOZIONE MSD
- ZONA APERTURA CATENA HVIL

Di seguito si riportano alcuni esempi, per informazioni complete in bibliografia sono riportati i documenti sorgente:

TESLA

CUTTING THE FRONT TRUNK FIRST RESPONDER LOOP

When cutting the first responder loop, double cut it to remove an entire section. Doing so eliminates the risk of the wires accidentally reconnecting.

1. Open the hood. Refer to [Opening the Hood](#) on page 24 for instructions.



2. Remove the access panel (shown in blue) by pulling it upwards to release the clips that hold it in place.

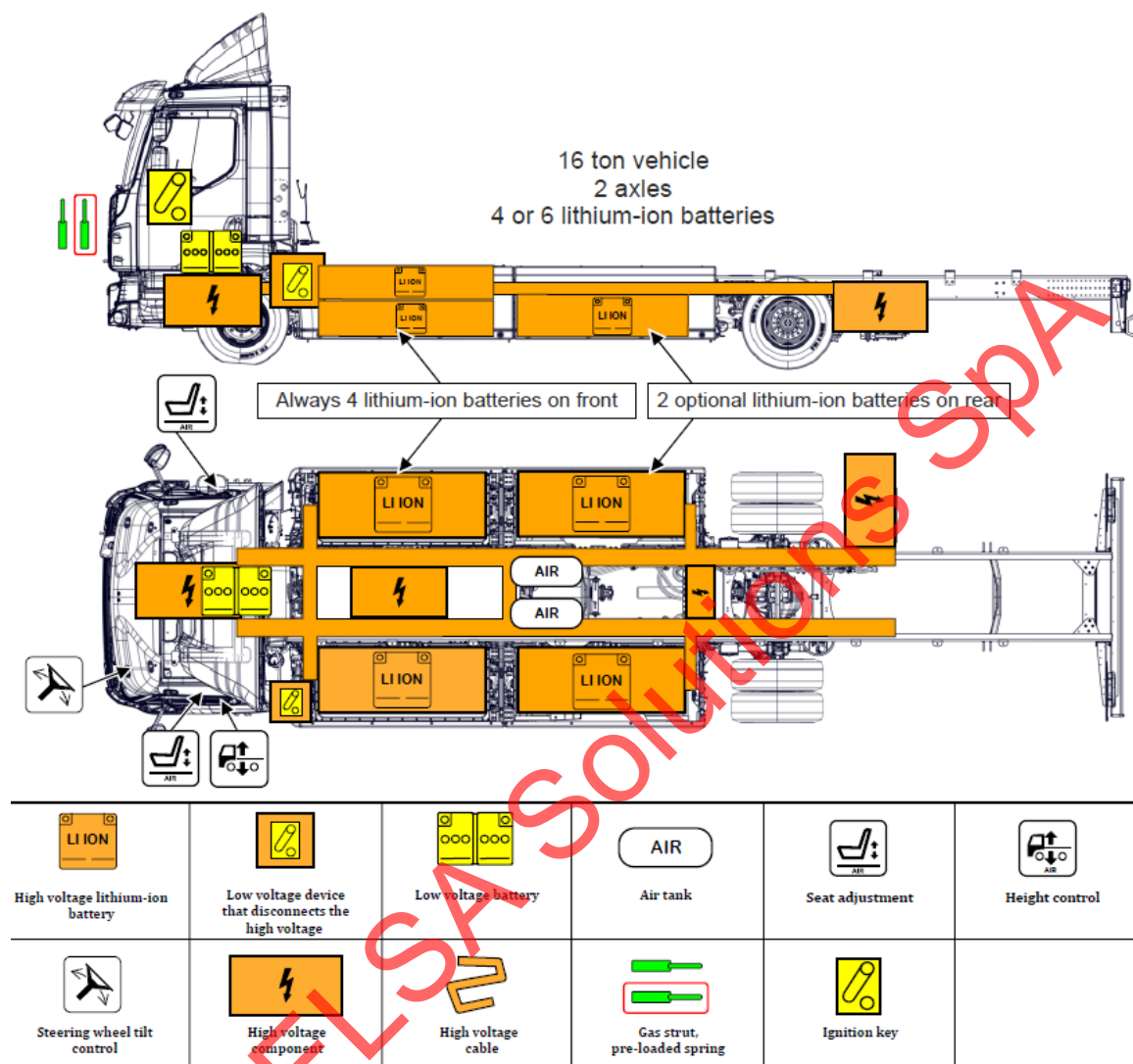


3. Double cut the first responder loop.



Il sistema realizzato da TESLA e presente all'interno del loro Rescue Sheet. E' un sistema costituito da 2 fili a bassa tensione, se tagliato, questo circuito causerà lo spegnimento del sistema ad alta tensione all'esterno della batteria HV e disabiliterà airbag e componenti SRS. In pratica consiste nel tagliare le alimentazioni 12Volt alle centraline.

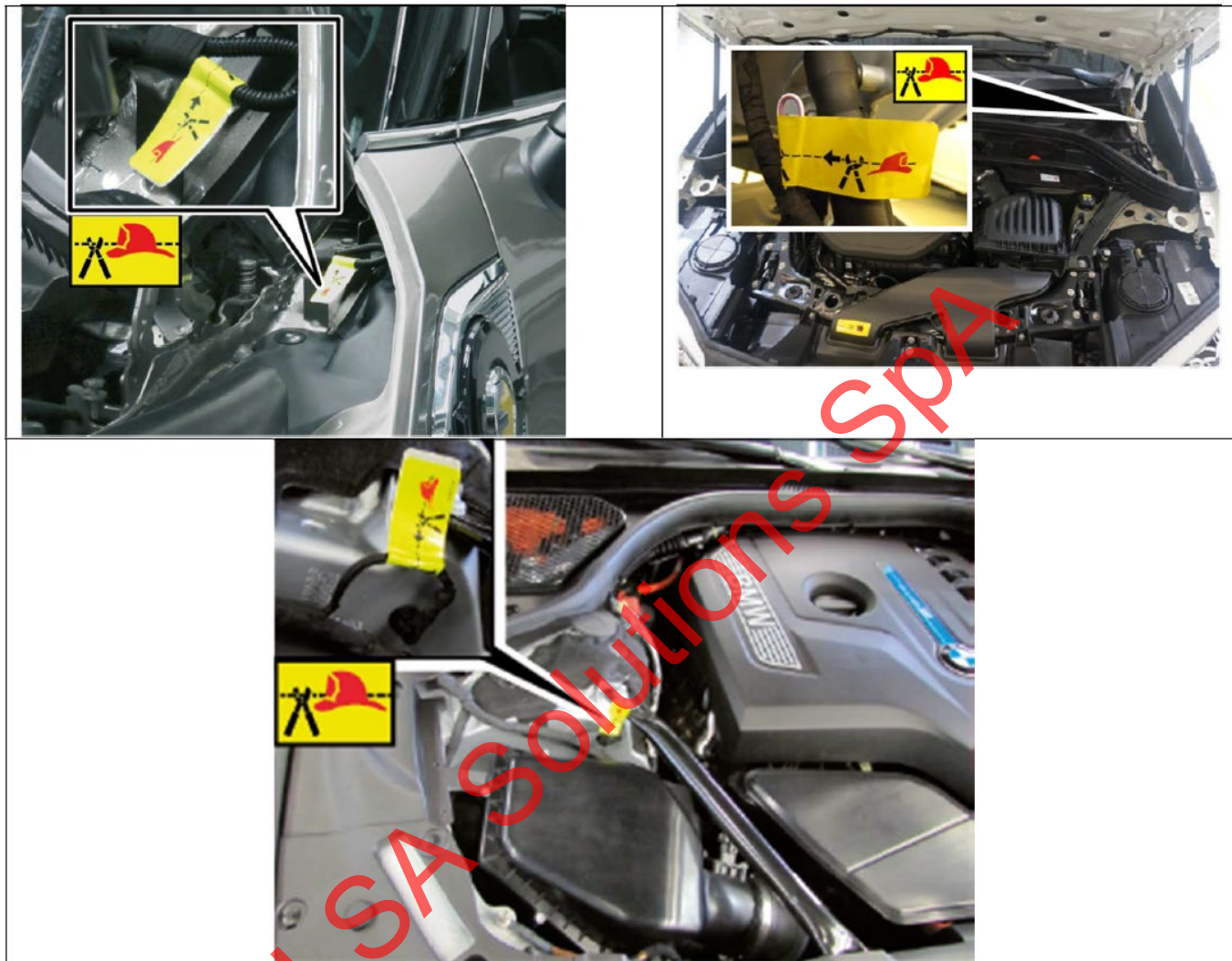
VOLVO



La documentazione presenta una vista del veicolo nel quale sono rappresentati sia i passaggi dei cavi in alta tensione che la disposizione dei principali organi (batterie ausiliarie, batterie litio, MSD, chiave, ecc)

BMW

Informazioni sotto il cofano motore



Anche BMW adotta una strategia simile a TESLA per quanto riguarda il taglio cavi a 12Volt, causando immediata interruzione dell'alimentazione dalla batteria ausiliaria verso il BMS della batteria alta tensione, con conseguente interruzione del sistema HIGH VOLTAGE.

8. IN CASO DI INCENDIO / ESTRAZIONE FUMI

Le batterie ALIANT sono realizzate con celle prismatiche Litio Ferro Fosfato, LFP, fortemente utilizzate in ambito industriale. La chimica LFP è nota in letteratura per essere la chimica più sicura tra le alternative presenti attualmente sul mercato, grazie alla temperatura di Thermal Runaway sensibilmente superiore a quella di altre tecnologie al litio (MNC, NCA, ecc). Ricordiamo inoltre che ogni batteria monta il BMS Pegasus, scheda elettronica realizzata con tecnologia proprietaria che garantisce la corretta gestione e monitoraggio delle celle. Tuttavia questo non esclude l'ipotetico verificarsi di incidenti e / o malfunzionamenti.

Come visto, una delle cause principali di incendio di una batteria al litio è il fenomeno chiamato Thermal Runaway. Se la batteria si scalda eccessivamente, a causa di un cortocircuito per esempio, c'è il rischio che raggiunga un punto di non ritorno dopo il quale la temperatura della batteria continua a crescere esponenzialmente fino a causare l'incendio del pacco, molto complicato da estinguere.

Nel caso una batteria dovesse surriscaldarsi in modo anomalo, allontanare immediatamente il pacco o il veicolo da materiali infiammabili.

La semplice disconnessione della batteria dalla carica potrebbe non interrompere il suo percorso distruttivo. Se possibile, rimuovere la batteria, metterla all'aperto e posizionarla su una superficie non combustibile. L'utilizzo dell'acqua abbassa la temperatura di combustione ma non è comunque consigliata per gli incendi di batterie contenenti litio-metallo.

Le conoscenze sulla tossicità dell'elettrolita in combustione sono limitate e la tossicità può essere superiore a quella dei normali combustibili. E' consigliato ventilare la stanza e liberare l'area se sono presenti fumo e gas.

Prima di lasciare il luogo dell'incidente è consigliato verificare con una termocamera che la batteria si sia completamente raffreddata, tenendola monitorata per tutto il corso dell'ora successiva.

Occorre sempre fare riferimento alla SCHEDA DI SICUREZZA della batteria al litio, MATERIAL SAFETY DATA SHEET, per ogni dettaglio in merito.

9. INFORMAZIONI AGGIUNTIVE IMPORTANTI

Una batteria al litio può reagire immediatamente o con ritardo a causa di gravi danni (ad es. cassa schiacciata, rotta o incrinata) o dall'esposizione all'acqua o al fuoco. Pertanto, prestare attenzione a eventuali segnali (ad es. fumo, riscaldamento, rumore, scintille, ecc.) mentre si lavora su un veicolo con batteria al litio che ha subito un incidente.

Se la batteria al litio reagisce, devono essere prese immediatamente misure di protezione e contromisure efficaci. Dopo una reazione, la batteria al litio deve essere raffreddata con acqua fino a raggiungere circa una temperatura ambiente. Si consiglia l'uso di una termocamera o di un termometro IR per verificarne la temperatura.

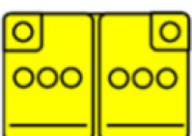
Prima di trasportare il veicolo sul quale è montata la batteria, è necessario ricontrollarne lo stato. Il veicolo può essere caricato e trasportato solo se la reazione è terminata in misura tale da poter presumere che non siano previste ulteriori reazioni durante il trasporto.

Deve essere scelto il percorso più breve e più sicuro, si consiglia di evitare i passaggi in galleria. In alcuni casi può essere opportuno che la motrice sia accompagnata da un veicolo dei vigili del fuoco. Il veicolo coinvolto nell'incidente deve essere parcheggiato in un luogo idoneo all'esterno poiché la batteria al litio continua ad avere potenziale teorico di reazione. Il parcheggio deve essere opportunamente contrassegnato (segnaletica/delimitazioni). Deve essere mantenuta una distanza di almeno cinque metri da altri veicoli, edifici o oggetti combustibili.

ELSA Solutions SpA

10. LEGENDA – SIMBOLOGIA DA MANUALI AUTOMOTIVE – NORMATIVA ISO 7010

Nella tabella sottoriportata vengono indicati alcuni tra i simboli presenti nei manuali automotive, regolati dalla normativa ISO 7010.

	PERICOLO GENERICO
	PERICOLO ELETTRICO
	PERICOLO ELETTROCUZIONE
	BATTERIA AL LITIO AD ALTA TENSIONE
	BATTERIA 12V
	DISCONNETTORE DELL'ALTA TENSIONE
	CAVI DI POTENZA AD ALTA TENSIONE

LEGENDA SIMBOLI UTILIZZATI PER DESCRIVERE IL TIPO DI ALIMENTAZIONE DEL VEICOLO:

GREY	DIESEL
RED	GASOLINE
GREEN	GAS
WHITE	CRYOGEN LNG
BLUE	HYDROGEN
ORANGE	HIGH VOLTAGE



Nel caso di veicoli ibridi, questi simboli vengono combinati per ottenere un pittogramma che rispecchi esattamente le caratteristiche del veicolo in oggetto. Trovi alcuni esempi tra i simboli riportati sopra.

La logica da seguire per tale combinazione è la seguente:

	1. First energy source
	2. Second energy source
	3. Density towards air
	4. Stored state

11. BIBLIOGRAFIA

NOME DOCUMENTO	FORTE	LINK	PAGINA
CORSO CEI 11-27 PER LAVORI SU IMPIANTI ELETTRICI	CEIM	Qui	4
Conduttori di terra (CT)	VOLTIMUM	Qui	6
AMP+ Manual Service Disconnect	TE CONNECTIVITY	Qui	11
What Is HVIL?	APTIV	Qui	12
Ground-fault monitoring: The concept	BENDER	Qui	14
GFD, Ground Fault Detector	THE ALARM TECH	Qui	14
2016 Models S Emergency Responders Guide	TESLA	Qui	15
ERG VT Source file editable_IT.cdr	VOLVO	Qui	16
Guida al soccorso BMW	BMW	Qui	17
SEGNALETICA UNI EN ISO 7010:2012	MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI	Qui	20
Rescue Sheet Guidelines	EURO NCAP	Qui	21
ISO 17840 Rescue Information	CTIF	Qui	21