





INDICE

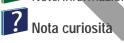
MODULO 1 - NORMATIVA	
1.1 Scopo del corso, destinatari, pericoli	
1.1.1 Scopo del corso	
1.1.2 Destinatari	
1.1.3 Pericoli	
1.1.4 Incendio	
1.1.5 Infortuni secondari	
1.2 Normative	11
1.3 Regole di sicurezza per chi lavora con l'elettricità	11
1.4 Misure di protezione individuali (DPI)	12
MODULO 2 - ELEMENTI FONDAMENTALI DI ELETTRONICA E STRUTTURA DEI VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI	16
2.1 Elementi fondamentali di elettronica ed elettrotecnica	17
2.1.1 Tensione elettrica	17
2.1.2 Corrente elettrica	18
2.1.3 Corrente continua.	
2.1.4 Corrente alternata	20
2.1.5 Corrente tri-fase	20
2.1.6 Resistenza elettrica	21
2.2 La legge di Ohm	22
2.3 Circuito elettrico e tipi di collegamento	
2.3.1 Collegamento in serie	23
2.4 Concetto di potenza elettrica	
2.5 Generatori di tensione	
2.6 Elementi fondamentali per l'azionamento, nei veicoli elettrici e ibridi	
2.7 La batteria dei servizi (batteria ausiliaria)	
2.8 Supercapacitori	
2.9 Batterie di trazione	30
2.9.1 Ioni di litio Li-Ion	32
2.9.2 Nickel-metal idruro NiMH	32
2.10 I sistemi di conversione energetica	33
2.11 Inverter	33
2.11.1 Converter DC/DC	
2.11.2 Buck/Boost converter (convertitore innalzatore/abbassatore)	
2.12 magnetismo	
2.13 Il motore elettrico	
2.13.1 Motore elettrico in corrente continua	
2.13.2 Motore elettrico in corrente alternata	
2.13.3 Motore brushless	37
2.13.4 Motore elettrico sincrono.	37
2.13.5 Motore elettrico asincrono trifase brushless	
2.14 L'elettronica per il controllo e la gestione energetica nei veicoli ibridi ed elettrici	
2.15 L'elettronica per il controllo e la gestione della climatizzazione	
2.16 Riconoscere i cablaggi pericolosi	
2.17 Classificazione delle auto ibride	
MODULO 3 - NORME GENERALI PER INTERVENTO SUI VEICOLI IBRIDI ED ELETTRICI	
3.1 Norme e procedure di sicurezza per intervenire su veicoli ibridi ed elettrici	45
3.1.1 Considerazioni generali	45
3.1.2 Norme generali di sicurezza per veicoli ibridi/elettrici integri e/o incidentati	46
3.1.3 Identificazione e riconoscimento del veicolo Ibrido/elettrico	48
3.1.2 Procedure di disinserimento diretto del sistema di Alta Tensione	
3.1.4 II service-plug	
3.1.5 Procedure di disinserimento indiretto del sistema di Alta Tensione mediante sistema diagnostico	
3.1.6 Procedura di disinserimento indiretto del sistema di Alta Tensione mediante Interlock	
3.1.7 Interventi su veicoli incidentati o danneggiati dotati di sistemi ad alta tensione, operazioni di soccorso, operazioni di recupero	
3.1.8 Interventi di riverniciatura per veicoli ibridi/elettrici.	
3.1.9 Assistenza stradale	
3.2 Smontaggio, magazzinaggio, trasporto, riciclaggio e smaltimento di sistemi ad alta tensione	

3.2.1 Misure di sicurezza possibili	56
3.2.2 Trasporto	56
3.2.3 Riciclaggio e smaltimento	
3.3 Dispositivi di protezione individuale da utilizzare con i sistemi ad alta tensione	57
3.4 Segnaletica	58
MODULO 4 - MISURE ELETTRICHE SUI COMPONENTI DI ALTA TENSIONE DI VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI	60
4.1 Lavorare in sicurezza	61
4.2 Strumenti di misura elettriche per veicoli ibridi ed elettrici	
4.2.1 Multimetro	62
4.2.2 Voltmetro	
4.2.3 Amperometro	64
4.2.4 Ohmetro	
4.2.5 Misura della resistenza dell'isolamento	65
4.2.6 Tester d'isolamento	65
4.2.7 Metodi di misura ed interpretazione dei risultati	
4.2.8 Come eseguire il test d'isolamento	66
4.2.9 Misura d'isolamento di un cavo	
4.3 Misure su apparati in tensione (Inverter e Batterie HV)	67
4.3.1 Gruppo Toyota	
4.3.2 Gruppo Honda	
4.3.3 Gruppo Renault (Twizy)	
4.3.4 Misure elettriche e costituzione delle Batterie di alta tensione	70
5. ESEMPI DI ARCHITETTURE DI VEICOLI IBRIDI E/O ELETTRICI	77
5.1 Citroen/Mitsubischi: CZero/Imiev	77
5.1.1 Batteria di trazione	78
5.2 Porsche Cayenne S Hybrid (modello 2011)	81
5.3.1 Componenti del sistema HV	81
5.3.2 Gruppo frizione-motore elettrico	
5.3.3 Motore elettrico	
5.3.4 Elettronica di potenza (Inverter)	
5.3.5 Modulo batteria	
5.3.6 Box elettronica	
5.3.7 La linea di protezione in bassa tensione	
5.3 BMW Serie 3/5 Active Hybrid	
5.3.1 Segni distintivi	
5.4 Honda Insight / CR-Z	
5.5 Toyota Yaris ibrida	
5.5.1 Sistema di sicurezza	
5.5.2 Disabilitazione sistema HV	
6. MODULISTICA	
6.1 MODULO 1: Fac-Simile attribuzione condizione di Persona Avvertita (PAV)	
6.2 MODULO 2: Fac-Simile attribuzione condizione di Persona Esperta (PES)	
6.3 MODULO 3: Fac-Simile attribuzione condizione di Persona Idonea ad operare sotto tensione (PEI).	
6.4 MODULO 4: Segnaletica	
7. FAQ	109

Legenda:









Testo azzurro: **Esempio**



1.1 Scopo del corso, destinatari, pericoli

1.1.1 Scopo del corso

Come vedremo durante questo corso, alcuni veicoli ibridi ed elettrici, possono essere alimentati anche con tensioni di parecchie centinaia di Volt, esponendo gli addetti alla manutenzione e riparazione, a quello che la normativa di riferimento, la CEI 11-27, definisce "rischio elettrico".

A tal scopo, nella normativa si pongono gli elementi essenziali per la formazione degli addetti ai lavori elettrici per il lavoro in sicurezza. In questo corso perciò, verranno affrontate sia le normative sulla sicurezza, sia le nozioni fondamentali per intraprendere in tutta sicurezza l'intervento di riparazione sui veicoli elettrici ed ibridi.

La mancanza di conoscenze adeguate negli interventi sui veicoli elettrici aumenta il rischio di infortunio. Chi interviene sui sistemi ad alta tensione deve possedere particolari competenze specialistiche.

1.1.2 Destinatari

In base al Testo Unico 81/2008 la problematica interessa in particolare le seguenti categorie professionali:

- datori di lavoro e dipendenti di garage, carrozzerie;
- · costruttori di veicoli commerciali;
- datori di lavoro e dipendenti di imprese e officine per veicoli elettrici leggeri;
- datori di lavoro e dipendenti del settore delle due ruote (scooter, motocicli, scooter dotati di sistemi ad alta tensione);
- datori di lavoro e dipendenti della polizia, dei pompieri, dei servizi di sicurezza, dei servizi di salvataggio e di soccorso stradale, delle società di salvataggio;
- datori di lavoro e dipendenti di imprese di riciclaggio (stazioni di smaltimento);
- datori di lavoro e dipendenti di gestori di flotte, aziende di car sharing o di autonoleggio con vetture ibride e/o elettriche:
- centri di formazione e scuole professionali.

Anche i veicoli incidentati possono nascondere diversi pericoli. A seconda della dinamica dell'incidente, il tipo di veicolo non sempre è immediatamente identificabile.



Figura 1

Ne consegue che il personale dei servizi di sicurezza e di soccorso, quali polizia e pompieri, ma anche servizi di soccorso stradale, autodemolitori e imprese di riciclaggio, devono conoscere e rispettare le regole di sicurezza durante gli interventi su questo tipo di veicoli in modo da escludere qualsiasi rischio.



Figura 2: Gruppo inverter presso un demolitore

1.1.3 Pericoli

Per garantire una potenza elettrica sufficiente per il funzionamento dei veicoli, l'energia deve essere accumulata in batterie o condensatori ad alta tensione (supercap).



Figura 3: Supercondensatore Citroen eHdi

Nei lavori di riparazione e manutenzione su veicoli ibridi ed elettrici, l'alta tensione dell'accumulatore rappresenta un notevole potenziale di pericolo.

Possono essere pericolosi anche gli interventi del personale di soccorso in seguito a incidenti con questo tipo di veicoli.

Le batterie e i condensatori ad alta tensione sono accumulatori non disattivabili e, in caso di uso improprio, comportano rischi considerevoli in termini di sicurezza:

- pericoli di natura elettrica (scosse elettriche, archi elettrici)
- pericoli di natura termica (ustioni)
- pericoli d'incendio
- rischi fisici (raggi UV, rumore)
- infortuni secondari (ferite da taglio, cadute ecc.)

I principali pericoli legati ai sistemi ad alta tensione sono di natura elettrica, ossia scosse elettriche, cortocircuiti e archi elettrici. Gli effetti di una scossa elettrica sul corpo umano dipendono dai seguenti fattori:

- tipo di corrente (AC / DC)
- intensità della corrente
- durata di esposizione
- percorso della corrente attraverso il corpo
- frequenza
- La percezione del flusso di corrente attraverso il corpo umano e gli eventuali danni in funzione dell'intensità della corrente sono rappresentati nella tabella in basso.

Gli archi elettrici si formano durante la separazione o il collegamento di circuiti elettrici sotto tensione o nel corso di cortocircuiti. Possono provocare archi elettrici anche componenti o isolamenti danneggiati.

La conseguente formazione di archi voltaici, soprattutto con la corrente continua, comporta i seguenti rischi: radiazione termica, raggi UV, rumore, pericoli di natura tossica o meccanica. Il miglior modo per contrastare questi pericoli notevoli è quello di impedire la formazione stessa degli archi elettrici attraverso misure adeguate (vedi misure di sicurezza).

I veicoli incidentati sono fonte di ulteriori pericoli soprattutto se sono stati danneggiati componenti ad alta tensione, in presenza di danni non visibili o in caso di mancata identificazione dei sistemi ad alta tensione durante i lavori di riparazione.

Sono esposte a rischi elevati anche le imprese di riciclaggio addette allo smontaggio di componenti ad alta tensione. Errori o sovraccarichi possono causare situazioni pericolose, cavi e materiali possono surriscaldarsi.

1.1.4 Incendio

Può scoppiare un incendio in caso di:

- fuoriuscita di liquidi infiammabili e incendio di esalazioni delle sostanze infiammabili dai sistemi ad alta tensione:
- cortocircuito all'interno delle batterie causato da danni

- meccanici che provoca il surriscaldamento dell'accumulatore.
- · Gli alloggiamenti in plastica possono fondere o incendiarsi.

Inoltre, vi sono anche pericoli legati alla fuoriuscita di sostanze nocive come acidi ed elettroliti. Queste sostanze possono provocare causticazioni e irritazioni cutanee, oppure causare intossicazioni dovute all'inalazione di sostanze tossiche (fumo da combustione).

1.1.5 Infortuni secondari

Le scosse elettriche causano spesso reazioni istintive, che possono provocare gravi infortuni secondari, come ferite da taglio, escoriazioni, cadute dalle scale, inciampi su oggetti o cavi di alimentazione.



1.2 Normative

Nel Testo Unico 81/2008, vengono impartite le linee in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, vale a dire, tutte quelle prescrizioni obbligatorie di comportamento e di utilizzo dei dispositivi di sicurezza contro gli infortuni sul lavoro.

Al termine del corso, dopo il superamento di un test che valuterà le conoscenze apprese dall'allievo, ai partecipanti verrà rilasciato un attestato che gli consentirà di essere nominati dal proprio datore di lavoro, PAV o PES o PEI.

Persona avvertita (PAV): è la persona che è a conoscenza dei rischi derivanti dall'elettricità ed è in grado di comprendere le istruzioni fornite da un PES per una precisa tipologia di lavori elettrici e di svolgerli in piena sicurezza, riconoscendo di volta in volta i potenziali pericoli derivanti da quel lavoro.

Persona esperta (PES): è la persona che, dopo un adeguato percorso formativo e maturata esperienza, è in grado di affrontare in sicurezza i lavori elettrici, organizzare ed istruire il lavoro del PAV sulla base delle nozioni di antinfortunistica.

Persona con Idoneità (PEI): è una persona in possesso dei requisiti per poter svolgere tutti i tipi di lavori elettrici, compresi quelli sotto tensione.

In sintesi, la PAV si distingue dalla PES per l'insufficiente capacità di affrontare in autonomia l'impostazione del lavoro e gli imprevisti che possono accadere durante gli interventi.



La PAV può evolvere in PES, con l'esperienza.

Tale nomina, verrà assegnata al proprio dipendente dal datore di lavoro che ne valuterà il grado di esperienza nel settore dei lavori elettrici, l'affidabilità, il senso di responsabilità, la capacità di coordinamento di altre persone e soprattutto, solo dopo il possesso dell'attestato di frequenza di questo corso, in ottemperanza al D.lgs. 81/2008 e dalla Norma CEI 11-27. Un lavoratore può essere designato come PEI (ovvero PErsona Idonea ad eseguire lavori elettrici SOTTO TENSIONE), in due modi differenti: o frequentare un modulo di formazione apposito, oppure avvalersi di quella che viene definita "Formazione per affiancamento", ovvero un vero e proprio addestramento ai lavori sotto tensione in affiancamento al datore di lavoro o ad una PEI già in essere.

1.3 Regole di sicurezza per chi lavora con l'elettricità

Quando si lavora con l'elettricità, si devono rispettare 5 elementari regole di sicurezza. Lavorare in tutta sicurezza sui veicoli dotati di sistemi ad alta tensione è possibile, a condizione di rispettare sempre determinate regole.



Disinserire la tensione elettrica

Disinserire la tensione elettrica in modo inadeguato può comportare pericoli considerevoli a causa di scosse elettriche e archi elettrici. Tale operazione deve essere effettuata da personale qualificato e autorizzato, in possesso di una formazione adeguata sui sistemi ad alta tensione. Anche il reinserimento della tensione deve essere effettuato solo da personale qualificato e autorizzato.



Adottare provvedimenti contro la richiusura intempestiva dell'alta tensione

Si deve provvedere a impedire che i sistemi di alta tensione ritornino inavvertitamente ad essere operativi



Verificare l'assenza di tensione Utilizzare strumentazione adeguata.

- Rispettare la regola dei 3 punti:
 1. verificare lo strumento di misura,
 - 2. misurare la tensione,
 - 3. verificare di nuovo lo strumento di misura.



Mettere a terra e cortocircuitare (non particolarmente importante nella tecnica automobilistica)



Tahella 1

Proteggersi dagli elementi vicini sotto tensione (non particolarmente importante nella tecnica automobilistica)

1.4 Misure di protezione individuali (DPI)

Quando il rischio elettrico non può essere eliminato all'origine con adeguate misure di prevenzione, si ricorre all'uso di mezzi di protezione. Un esempio potrebbe essere costituito da un lavoro di sostituzione di un pacco batterie di un veicolo ibrido, o la sostituzione di un suo modulo, o un qualsiasi altro lavoro in cui si acceda intenzionalmente alle parti potenzialmente in tensione, rispetto alle quali occorre perciò mettere in atto misure di protezione ad hoc.

I dispositivi di protezione individuali.

Per dispositivo di protezione individuale (DPI) si intende una qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro [...]

Ad esempio, per un intervento di sostituzione di un pacco batterie ibrido, è necessario indossare per la sicurezza i sequenti DPI:

Visiera:

Nei lavori elettrici, la visiera protegge dagli effetti dell'arco elettrico che può accidentalmente sprigionarsi durante l'esecuzione di un lavoro elettrico. Tali effetti sono principalmente costituiti dalle:

- elevate temperature, dalla proiezione di materiale fuso, che provocano ustioni;
- emissioni di raggi ultravioletti particolarmente dannosi per la retina degli occhi.

Le conseguenze degli archi elettrici, sono tanto più gravi quanto più elevati sono i valori della corrente di corto circuito e il tempo di eliminazione del guasto. Se l'arco dovesse svilupparsi a causa di un corto circuito durante la fase di sostituzione della batteria HV, quindi senza la gestione di sicurezza elettrica del veicolo attiva, i tempi di eliminazione dell'arco non sono calcolabili.

E' perciò molto importante che l'operatore sia adeguatamente protetto

Guanti isolanti:

I guanti, sono sicuramente il DPI più importante per i lavori elettrici.

Essi assolvono la funzione di proteggere l'operatore sia per quanto riguarda lo shock elettrico (doppia protezione isolante) sia per quanto attiene gli effetti dell'arco elettrico che può investire le mani.

Sono fatti di un lattice naturale, autoestinguente, molto facilmente danneggiabili, per cui, in qualche caso è necessario utilizzarli sotto un paio di guanti da lavoro più sottili possibili per non inficiare le capacità di lavoro.

I guanti, isolano l'operatore, e devono essere scelti sulla base della tensione di lavoro:

- · classe 00, previsti per un impiego su impianti con tensione fino a 500 V.
- classe 0 da utilizzarsi su impianti con tensione fino a 1000 V.



Figura 4: Guanti isolanti classe 0

Su ogni esemplare devono essere riportate le marcature di:

- doppio triangolo;
- nome del fabbricante:
- anno di costruzione

I primi hanno uno spessore di 0,5 mm contro 1 mm dei guanti di classe 0. Presentano quindi una tenuta meccanica minore e di ciò occorre tenerne conto in relazione al tipo d'intervento. Ai fini della tenuta contro lo shock elettrico i guanti di classe 00 sono provati per tenere tensione



crescente fino a 5 kV (nella misura di 1 kV applicato ogni secondo) e provati con una tensione di 2,5 kV per 3 minuti, durante i quali la corrente dispersa non deve superare 14 mA.

Esistono anche guanti isolanti di classe II e III, ma non sono necessari e nemmeno consigliati per lavoro di autoriparatore.

E' importante ricordare che:

- I guanti devono essere controllati prima di ogni utilizzo, per accertare a vista, l'assenza di abrasioni o rotture od altre anomalie. A tale scopo occorre esercitare una lieve pressione soffiando all'interno di ciascun guanto e verificarne l'assenza di perdite d'aria.
- È necessario controllare la buona condizione di elasticità della gomma dei guanti, operando un leggero allungamento della gomma.
- I guanti devono essere calzati in modo da proteggere anche l'avambraccio.
- Durante l'impiego non devono venire a contatto con olio, grasso, essenza di trementina, ragia minerale od acidi forti.
- In caso di contatto con composti di catrame o vernice, pulire le parti colpite secondo le modalità ed utilizzando i prodotti solventi indicati dal costruttore. Per il loro lavaggio devono essere utilizzati acqua e sapone o detergenti di tipo neutro. La temperatura dell'acqua non deve superare quella raccomandata dal costruttore.
- Al termine asciugare accuratamente e spolverare con talco.
- Mantenerli conservati in luoghi lontani da fonti di calore.
- Per quanto riguarda le prescrizioni per la costruzione, il collaudo e la fornitura i guanti isolanti devono rispondere alle norme di prodotto CEI EN 50235 (CEI 11-44) e CEI EN 60903 (CEI 11-31) che trà l'altro stabiliscono il superamento di una prova di non propagazione della fiamma importante ai fini della tenuta all'arco da corto circuito.

Scarpe isolate:

Per realizzare la doppia protezione isolante nelle attività a rischio elettrico, è necessario utilizzare delle calzature in grado fi offrire l'isolamento da terra.

Questo DPI viene anche usato nei lavori fuori tensione dove sussistono rischi residui di trasferimento di potenziali pericolosi sul posto di lavoro. Sono costruiti in conformità alle norme di prodotto UNI EN 344, UNI EN 347 e CEI EN 50321 (CEI 11-59).

- Utensili/attrezzi isolanti (attrezzi isolati a 1000 v)
 La norma CEI EN 60743 (CEI 11-24) distingue:
 - attrezzi isolati: costituiti di materiale conduttore e ricoperti in tutto o in parte con materiale isolante;
 - attrezzi isolanti: costituiti principalmente o totalmente con materiale isolante.

Gli utensili /attrezzi utilizzati per i lavori sotto tensione devono rispondere a precise norme di prodotto e devono essere adoperati e conservati secondo le disposizioni stabilite dal costruttore. Le norme di prodotto stabiliscono le dimensioni dell'isolamento. La principale di queste, per giraviti, cesoie e pinze, è la norma CEI EN 60900 (CEI 11-16).

Attrezzi da lavoro a mano per lavori sotto tensione fino a 1000 V in corrente alternata e fino a 1500 V in corrente continua, devono essere conformi anche alle norme UNI 10562-1-2 e UNI ISO 2859-1.

Prima dell'uso ogni attrezzo deve essere ispezionato a vista dall'utilizzatore e se sussiste qualche perplessità rispetto alla sicurezza, come ad esempio la presenza di rotture, cricche, isolamento deteriorato, ecc., bisogna scartare l'attrezzo.

Completano la dotazione dell'operatore addetto al lavoro sotto tensione materiali quali:

- cappucci isolanti per l'isolamento delle estremità spellate dei cavi in tensione;
- teli isolanti di protezione;
- · tappeti isolanti;

Vestiario ignifugo

Da qualche tempo vengono commercializzati giubbetti con proprietà ignifughe che proteggono l'operatore contro le azioni da arco elettrico nelle attività sotto tensione in BT a contatto o a distanza ravvicinata.

In realtà questo tipo di vestiario (progettato essenzialmente su iniziativa di Enel) non protegge in modo specifico dall'arco elettrico, ma permette solo di non aggravare le conseguenze.



2.1 Elementi fondamentali di elettronica ed elettrotecnica

Nella vita di tutti i giorni, tutti i nostri strumenti di lavoro utilizzano per funzionare l'energia elettrica.

Ma che cosa si intende per energia elettrica?

Con il termine energia elettrica, o più correttamente energia potenziale elettrostatica, si definisce la quantità di lavoro necessaria per creare una distribuzione di cariche elettriche, a partire da una condizione iniziale in cui vi sia equilibrio elettrico.

Lavorando sui veicoli ibridi od elettrici, che sia un semplice Start&Stop o un veicolo completamente elettrico, esiste il pericolo di folgorazione per le forti tensioni e correnti che circolano. Proprio per questo motivo, la formazione tecnica specifica, diventa estremamente importante per eseguire in completa sicurezza i lavori sui veicoli.

Per conoscere i rischi elettrici perciò, è necessario capire che cos'è una tensione, una corrente, ecc...

2.1.1 Tensione elettrica

Affinché abbia origine un passaggio di corrente elettrica attraverso un conduttore, è necessario applicare un potenziale elettrico ai suoi capi. In questo caso, si definisce che il conduttore è sottoposto ad una tensione elettrica, ovvero una differenza di potenziale, requisito indispensabile perché avvenga un qualsiasi lavoro elettrico¹.

Per cercare di spiegare in maniera semplice i concetti elettrici è possibile avvalersi delle analogie tra un circuito elettrico ed uno idraulico.

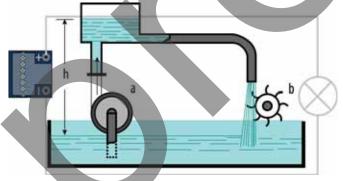


Figura 5

Nel circuito rappresentato, la pompa (a), trasportando l'acqua ad una certa altezza (compiendo quindi una certa quantità di Lavoro), si comporta da generatore, il liquido

In fisica, si definisce Lavoro, il trasferimento di energia tra due sistemi attraverso l'azione di una forza. Per lavoro elettrico (in un circuito semplice) invece, si intende il lavoro compiuto dalla batteria che genera la differenza di potenziale (V), per far circolare una corrente elettrica (I) per un determinato tempo (I) rappresenta il flusso di elettroni, mentre la turbina (b) è un utilizzatore.

La differenza d'altezza (h) tra il livello inferiore dell'acqua e quello superiore (h) rappresenta la differenza di potenziale (d.d.p.) o forza elettromotrice (f.e.m.).

L'unità di misura utilizzata per indicare la differenza di potenziale (d.d.p.), chiamata comunemente tensione, è il volt (V). E' importante sottolineare che la tensione, come l'altezza, si intende sempre applicata tra due punti.

ALTEZZA = METRI -> TENSIONE = VOLT

Nel caso di un generatore, la d.d.p. è quella esistente tra il polo positivo ed il polo negativo. Quest'ultimo, convenzionalmente, ha potenziale zero ed è comunemente chiamato massa.

Esempio:

In un veicolo, se poniamo i puniali del multimetro rispettivamente sul morsetto positivo e su quello negativo della batteria, troveremo una tensione di circa 12V (h1). Nello stesso impianto elettrico potremmo trovare un altro punto del circuito dove la tensione è 5V (h2), sempre riferito al morsetto negativo. Se misuriamo ora la d.d.p. tra il positivo batteria e quest'ultimo punto avremo una d.d.p. di 7V (h3).

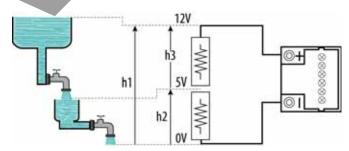


Figura 6

Riportando lo stesso esempio all'interno dell'automezzo, possiamo considerare che al posto del filo del terminale negativo, indispensabile per garantire il passaggio di corrente, venga invece utilizzato il telaio del veicolo come elemento conduttore comune (figura 4), questa viene comunemente chiamata massa elettrica.

¹ Lavoro e Lavoro elettrico:

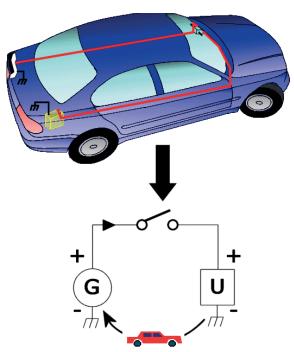


Figura 7

Esempio:

In un veicolo, se poniamo i puntali del multimetro rispettivamente sul morsetto positivo e su quello negativo della batteria, troveremo una tensione di circa 12V (h1). Nello stesso impianto elettrico potremmo trovare un altro punto del circuito dove la tensione è 5V (h2), sempre riferito al morsetto negativo. Se misuriamo ora la d.d.p. tra il positivo batteria e quest'ultimo punto avremo una d.d.p. di 7V (h3).

Volt: mul	ltipli e sotton	nultipli
Simbolo	Valore in volt	Esempio
1 kV	1000 V	15 kV tensione di picco in un nor- male sistema di accensione
	100 V	80 V tensione di comando degli iniettori common rail piezoelettrici
	10 V	12 V alimentazione di un'autovettura
1 V	1 V	1 V tensione massima di una sonda lambda tradizionale
100 mV	0,100 V	600 mV caduta di tensione ai capi di un diodo
10 mV	0,010 V	600 mV caduta di tensione ai capi di un diodo
1mV	0,001 V	10 mV segnale di un'antenna radio non amplificata

Tabella 2



La tensione elettrica è la differenza di potenziale delle cariche di segno opposto presenti tra due punti. Il suo simbolo più comunemente usato è V. La sua unità di misura è il Volt. Lo strumento utilizzato per la sua misura è il voltmetro.

2.1.2 Corrente elettrica

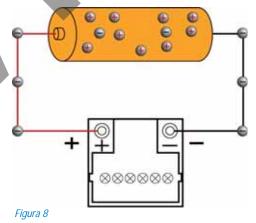
Cosa succede se applichiamo ad un conduttore un potenziale elettrico erogato da una batteria?

Definiamo un principio noto a tutti.

Le cariche di segno uguale si respingono e quelle di segno opposto si attraggono.

Per questo principio, gli elettroni (che hanno carica negativa), saranno respinti dal terminale con carica negativa ed attratti invece dal terminale con carica positiva.

Così facendo si produrrà un flusso di elettroni, guidati da un campo elettrico, che avranno un unico senso e una certa energia cinetica. Questo movimento ordinato è noto appunto come Corrente Elettrica.



La quantità di carica (Q) che attraverserà la sezione del conduttore per una determinata unità di tempo (t), si definisce intensità della corrente elettrica (I).

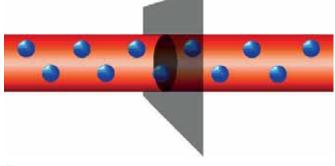


Figura 9



L'intensità della corrente elettrica, viene misurata in Ampere (A).

In realtà le uniche cariche a muoversi sono quelle negative, cioè gli elettroni, in quanto le cariche positive, cioè i protoni del nucleo, non possono spostarsi, ma poiché un tempo i pionieri della ricerca sull'energia elettrica (Alessandro Volta, Luigi Galvani) ipotizzavano che fossero le cariche positive a spostarsi, assunsero di conseguenza come verso della corrente quello che andava dal polo positivo al negativo.

Verso che poi si è deciso di lasciare come convenzionale dato che ai fini pratici nella gestione della progettazione e sviluppo dei circuiti elettrici ed elettronici non ha nessuna influenza. Il verso reale della corrente è quello che va dal polo negativo a quello positivo.

Ampere: multipli e sottomultipli			
Simbolo	Valore in Ampère	Esempio	
1 kA	1000 A	1 kA assorbimento massimo del motorino avviamento di un Autocarro	
	100 A	100 A assorbimiento di corrente di un motorino d'avviamento per mo- tore a benzina di media cilindrata	
	10 A	10 A assorbimento di due lampade anabbaglianti	
1 A	1 A	1 A assorbimento di due luci targa	
100 mA	0,100 A	150 - 250 mA assorbimento della bobina di un relè	
10 mA	0,010 A	15 mA assorbimento orologio	
1mA	0,001 A	8 - 10 mA assorbimento diodo LED	
1μΑ	0,000001 A	Correnti dei segnali elettronici inter- ni alle centraline	

Tabella 3



La corrente elettrica corrisponde al moto degli elettroni che attraversano un circuito dal polo negativo a quello positivo. Per convenzione il verso della corrente è invece dal positivo al negativo. Ai fini pratici, questa differenza non è significativa.

Il suo simbolo è la lettera [.

La sua unità di misura è l'Ampère che si indica con la lettera A.

Lo strumento che si utilizza per misurarla è l'amperometro.

2.1.3 Corrente continua

Con il termine corrente continua (CC o DC dall'inglese: Direct Current), si intende una corrente in cui gli elettroni che costituiscono il campo, fluiscono sempre nello stesso senso, senza subire mai variazioni di tensione nel tempo (ad esempio, la tensione prodotta da una batteria, o da una dinamo se mantenuta un velocità angolare di rotazione ω costante).



Figura 10

Prerogativa importantissima quando si lavora in un sistema in c.c., è il rispetto delle polarità. Esiste infatti nei generatori di c.c. un polo positivo e uno negativo, che devono essere correttamente collegati al carico.

La corrente alternata non ha un positivo e un negativo.

Per esembio, un motore in corrente continua, se alimentato al contrario ruota in senso inverso, a differenza di un motore in corrente alternata monofase.

Una centralina elettronica, in caso di inversione di polarità, è probabile che si bruci, a meno che non sia protetta con diodi di protezione.

La corrente continua può essere prodotta in diversi modi: con una dinamo, ma anche tramite un alternatore, quindi, da una corrente in origine alternata, viene raddrizzata per mezzo di diodi o ponti raddrizzatori.

La corrente continua nei veicoli ibridi è immagazzinata nella batteria di trazione definita HV Battery (HV - Hybrid Vehicle). La sua funzione è quella di alimentare un inverter, che convertirà questa c.c., in corrente alternata trifase per i motori elettrici di trazione. La sua conversione da parte dell'inverter, è molto complessa, in quanto è necessario generare l'informazione relativa alla forma d'onda, alla frequenza e la fase.



Figura 11

2.1.4 Corrente alternata

Per corrente alternata (CA o AC dall'inglese: Alternating Current), si intende una corrente elettrica, caratterizzata da un alternarsi di pulsazioni positive e pulsazioni negative.

Finora abbiamo esaminato circuiti elementari con tensioni e correnti costanti nel tempo, tuttavia, molti segnali elettrici con cui lavoriamo tutti i giorni, sono caratterizzati da grandezze elettriche variabili che si ripetono nel tempo. I segnali periodici.

Segnali periodici

Per definire un segnale "periodico", occorre che questo sia caratterizzato da 2 grandezze fondamentali:

- il periodo (T);
- la frequenza (f).

Il periodo (T), è il tempo di realizzazione di un ciclo completo, mentre viene detta freguenza, l'inverso del periodo e rappresenta il numero di volte in cui il segnale si ripete in un secondo.

Ad esempio la fornitura di casa a 220 V, ha una frequenza fissa di 50Hz, mentre il segnale di un sensore magnetico può avere una frequenza che varia dalle decine alle migliaia di Hz.

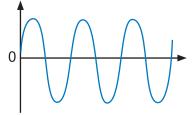


Figura 12: Esempi di segnali periodici

L'unità di misura della frequenza è l'Hertz, ed è indicata con il simbolo (Hz) e un Hertz corrisponde ad un ciclo al secondo.

Tra i vari segnali periodici esistenti, uno in particolare è di nostro interesse: il segnale alternato sinusoidale.

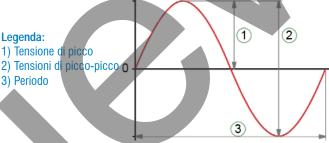


Figura 13: Valori di una sinusoide

Il segnale alternato sinusoidale, rappresenta la forma d'onda della corrente che circola nelle nostre case e che chiamiamo comunemente corrente alternata.

La corrente alternata varia nel tempo in valore e direzione, con una legge periodica. L'intervallo di tempo trascorso tra due picchi massimi viene chiamato periodo (T).

l veicoli ibridi, vengono spinti da motori elettrici alimentati con una corrente alternata trifase, che può arrivare come nel caso di una Toyota Prius, fino a circa 650 V. Si capisce perciò, il potenziale pericolo legato ad un intervento incauto da parte dell'operatore.

L'elettricità comunemente distribuita nelle nostre case ha una forma d'onda sinusoidale, poiché deriva direttamente dal modo di operare degli alternatori.

2.1.5 Corrente tri-fase

Per corrente o tensione trifase si intende un'alimentazione costituita di tre tensioni elettriche alternate aventi la stessa frequenza e la stessa differenza di fase.

Per ottenere un generatore trifase possiamo collegare tre



generatori monofase sinusoidali, isofrequenziali in modo da costituire un tripolo in cui le 3 tensioni, dovranno essere sfasate di 120°.

Lo sfasamento delle 3 fasi genererà un campo magnetico rotante

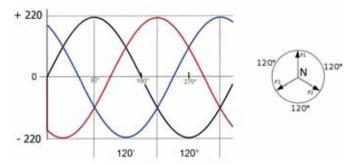


Figura 14

2.1.6 Resistenza elettrica

Per le proprietà elettriche della materia, qualsiasi corpo manifesta una certa resistenza al passaggio della corrente elettrica.

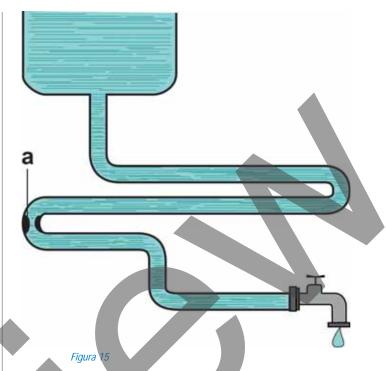
Possiamo perciò definire la **resistenza**, come la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente elettrica, qualora questo sia sottoposto ad una tensione elettrica. La resistenza, è dovuta in sostanza al fatto che le cariche elettriche, nel loro movimento ordinato necessario per produrre una corrente, sono soggette ad una specie di "attrito" interno da parte del materiale.

Questa opposizione può dipendere dal materiale con cui è realizzato il conduttore, dalle sue dimensioni (sezione e lunghezza) e dalla sua temperatura.

Uno degli effetti del passaggio di corrente in un conduttore è il suo riscaldamento (Effetto Joule).

Continuando ad utilizzare l'analogia idraulica, si può paragonare una resistenza

all'incrostazione all'interno di un tubo. Più è alta la quantità di incrostazione nel tubo (a), più il flusso d'acqua, trovando uno strozzamento, diminuisce.



La resistenza elettrica è indicata con la lettera R, mentre l'unità di misura utilizzata è l'Ohm il cui simbolo è la lettera Ω (omega).



Conclusioni:

La resistenza elettrica possiamo definirla come la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente elettrica, qualora venga sottoposta ad una tensione elettrica.

Il suo simbolo è la lettera R.

La sua unità di misura è l' \underline{ohm} , che si indica con la lettera greca Ω .

Lo strumento che si utilizza per misurarla è l'ohmmetro.

2.2 La legge di Ohm



E' risaputo che l'energia elettrica può essere pericolosa per la salute.

Figura 16

Ma perché un autoriparatore può maneggiare tranquillamente i cablaggi di una vettura a 12V mentre se proviamo a toccare con la punta della lingua una batteria di soli 9V sentiamo "pizzicare"?

Per rispondere a questa semplice domanda, dobbiamo comprendere la legge che stabilisce le relazioni che intercorrono tra la differenza di potenziale applicata ai capi di un conduttore e la corrente elettrica che lo attraversa. La legge di Ohm.

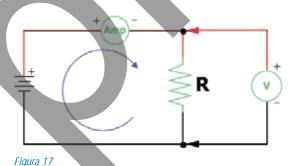
Questa legge, il cui nome è dovuto al fisico tedesco Georg Simon Ohm, stabilisce che in ogni conduttore attraversato da una corrente elettrica, si produce una differenza di potenziale (o caduta di tensione) tra le sue estremità, proporzionale alla resistenza propria del conduttore.

La rappresentazione matematica di questa formula è:

$$V = R X I$$

Semplificando al massimo questa formula, possiamo defi-

- la corrente aumenta all'aumentare della tensione o al diminuire della resistenza.
- la corrente diminuisce al diminuire della tensione o all'aumentare della resistenza.



Domanda:

Ma perché allora, un autoriparatore può maneggiare tranquillamente i cablaggi di una vettura a 12V mentre se proviamo a toccare con la punta della lingua una batteria di soli 9V sentiamo "pizzicare"?

Risposta:

Perché cambia la resistenza.

La resistenza della pelle secca misura circa 50 K $\Omega\Omega$, mentre con una pelle umida la resistenza scende sotto i $1000\Omega\Omega$, perciò diminuendo la R e mantenendo costante la V, la I che attraversa il nostro corpo aumenta, diventando percepibile.

! É chiaro che per ottenere quei valori di corrente, la tensione applicata varierà in base alla resistenza offerta dal corpo umano.



Conclusioni:

Per misurare la tensione (V) su di un carico, bisogna collegarsi in parallelo, mentre, per misurare la corrente (I) che passa attraverso lo stesso carico bisogna collegarsi in serie al carico per evitare di creare un corto all'interno dell'amperometro.

l Voltmetri hanno un'alta resistenza in ingresso.

? Cosa succede quando facciamo un corto? La risposta è semplice. Basti pensare che la R sarà 0... Utilizziamo la legge di ohm in un modello elettrico. V=RI

In un modello di circuito, in caso di corto circuito, la d.d.p. ai capi del generatore è 0 e la R è 0. Quindi: I=V/R

Il valore di corrente perciò, può assumere un valore teoricamente tendente all'infinito.

Nella realtà di un circuito elettrico, il valore di corrente I, assume valori elevatissimi, tanto da non essere sopportata dal conduttore e dal generatore.



Non supporre che il veicolo sia spento solo perché il motore non è in funzione.

Ogni veicolo ibrido è dotato di un indicatore, che indica lo stato di "pronto" del veicolo, vale a dire, lo stato del veicolo che è pronto a muoversi.

Che il motore sia acceso o meno.

PROCEDURA DI SICUREZZA:

E' importante osservare dei semplicissimi accorgimenti di sicurezza al fine di svolgere ogni intervento nel pieno della sicurezza:

Interventi di riparazione sul sistema ibrido, possono provocare scosse elettriche, perdite di elettrolita dalle batterie o in alcuni casi, anche un'esplosione, se vengono eseguite in maniera errata. Assicurarsi perciò di procedere in sicurezza, ogni qualvolta si debba eseguire una verifica di manutenzione sul sistema ibrido del veicolo:

1) Assicurarsi prima di intervenire sul sistema ibrido, che il veicolo sia spento. Disabilitare il sistema "keyless go", per i veicoli con sistema SMART;



Figura 42



Figura 43

- 2) Scollegare il negativo (-) del terminale della batteria ausiliaria;
- 3) indossare quanti isolanti;
- 4) rimuovere il Service Plug e tenerlo in tasca;



Figura 44

- 5) attendere almeno 10 minuti prima di qualsiasi intervento sulla vettura, per consentire ai condensatori presenti nel gruppo inverter di scaricarsi.
- 6) Dopo aver eseguito tutte queste operazioni, verificare lo stato dell'indicatore di veicolo acceso.



Ogni costruttore utilizza un indicatore diverso.

"READY", in caso di un ibrido del gruppo Toyota o Lexus. Il veicolo è spento quando l'indicatore READY è spento.



Figura 45

Nel caso del veicolo elettrico Renault Twizy, il veicolo è acceso quando sul cruscotto compare l'indicatore "GO".



Figura 46