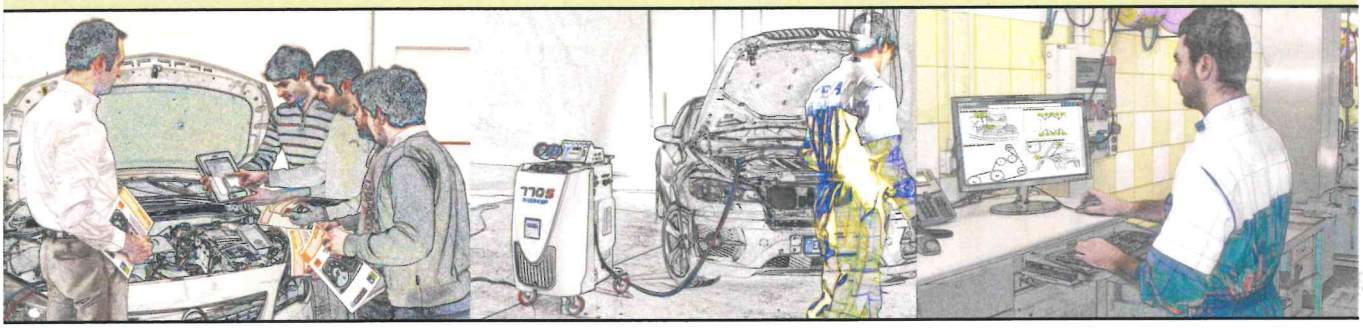
IPSIA "A. PACINOTTI"

TEXA EDU

TECNICO MECCATRONICO

Volume 1



AG1 Elettronica ed elettrotecnica dell'Autoveicolo

TEXA

AUTOMOTIVE ACADEMY

PROGRAMMA TEXAEDU ACADEMY

I cambiamenti che hanno interessato il mercato Automotive e le complesse procedure di riparazione di un autoveicolo, hanno incrementato la richiesta di nuove risorse specializzate presso le autofficine. TEXA, che da sempre crede nell'importanza della formazione permanente e riconosce alla scuola il ruolo primario nello sviluppo della società con il Programma TEXAEDU ACADEMY conferma la sua lungimiranza mettendo a disposizione del mondo scolastico la propria esperienza tecnica per la formazione di nuove giovani risorse specializzate e fornendo in questo modo un grande sostegno allo sviluppo del settore. TEXA si è impegnata a fornire ai diversi istituti aderenti al progetto tutta la strumentazione e il materiale didattico necessario per trasformare gli studenti che si affacciano al mondo del lavoro in meccatronici, figure professionali specializzate nella moderna diagnostica elettronica dei veicoli.
Il Percorso formativo Technical Diagnosis Specialist Junior ha una durata complessiva di 180 ore e può essere adottato nell'ultimo biennio formativo. Al termine del Percorso didattico il Tecnico Diagnostico avrà acquisito i concetti fondamentali della diagnosi e dell'autodiagnosi, mostrandosi capace di interpretare i dati inviati dalla centralina elettronica e di identificare, con l'ausilio degli strumenti di diagnosi e di misura un problema o un disturbo funzionale delle centraline elettroniche.

TEXA DIAGNOSIS CONTEST

Per mettere alla prova i migliori alunni degli Istituti aderenti al Progetto Automo'teen ogni anno TEXA organizza una Gara Nazionale di Diagnostica: la TEXA Diagnosis Contest.
Una sfida avvincente a "colpi" di diagnosi che vede protagonisti gli alunni delle scuole che ad oggi condividono il progetto TEXAEDU Academy. In questa gara di abilità gli studenti avranno la possibilità di vivere un'esperienza di lavoro di gruppo e di verificare quanto appreso durante il percorso didattico.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014

PERCORSO FORMATIVO TECNICO MECCATRONICO

VOLUME 1	AG1	Elettronica ed elettrotecnica dell'Autoveicolo
VOLUME 2	AD1	Tecniche di diagnosi e configurazione dei sistemi elettronici
VOLUME 3	AG17	Dai sistemi di avviamento e ricarica al sistema d'iniezione diretta di benzina
VOLUME 4	AG4	Catalizzatori e Filtri antiparticolato
VOLUME 5	AG7	Sistemi di sicurezza passiva
VOLUME 6	AG8	Funzionamento e diagnosi dei sistemi ABS-ASR-ESP-EBD
VOLUME 7	AD2	Diagnosi clima
VOLUME 8	AG9	Diagnosi delle reti CAN-BUS
VOLUME 9	AG13	Euro 6 e nuove tecnologie per l'abbattimento delle emissioni
VOLUME 10	AS3	Funzionamento e diagnosi dei sistemi Common rail

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014

INDICE

1. Energia elettrica **5**
1.1 Struttura della materia 5
1.2 Corrente elettrica 10
1.3 Tensione elettrica 13
1.3.1 Generatori di Tensione 15
1.4 Resistenza elettrica 17
2. Legge di Ohm **21**
2.1 La legge di Ohm ed il corpo umano 23
3. Misure **24**
3.1 Multimetro 24
3.1.1 Voltmetro 26
3.1.2 Amperometro 27
3.1.3 Ohmetro 29
4. Potenza elettrica **31**
5. Sezione del conduttore **33**
6. Principi di Kirchhoff **37**
6.1 Primo principio di Kirchhoff 38
7. Il Circuito Elettrico (Collegamenti) **40**
7.1 Componenti in Serie 40
7.1.1 Resistenze in Serie 41
7.1.2 Generatori in Serie 42
7.2 Componenti in Parallelo 43
7.2.1 Resistenze in Parallelo 44
7.2.2 Generatori in Parallelo 46
8. Componenti Elettrici **47**
8.1 Interruttori 47
8.1.1 Relè 48
8.2 Resistenze 52
8.2.1 Potenziometri 54
8.2.2 Sensori NTC 55
8.3 Condensatori 56
9. Magnetismo **63**
9.1 Il motore elettrico a corrente continua 68
9.2 Il generatore di tensione alternata 70
9.3 Trasformatore/Bobina 73
10. Caratteristiche dell'oscilloscopio **75**
10.1 Teoria di base del segnale elettrico 75
10.2 Che cos'è l'oscilloscopio? 75
10.3.1 Oscilloscopio a memoria digitale 76
10.3.2 Impieghi 77
10.3.3 Sonde di misura 78
10.3.4 Caratteristiche dello schermo dell'oscilloscopio 79
10.4 Caratteristiche dei segnali elettrici 80
10.4.1 Ampiezza: Segnali di picco, segnali picco-picco 80
10.4.2 Definizione di periodo 81

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

10.4.3 La frequenza 81
11. Regolazione e comandi dell'oscilloscopio 82
11.1 Impostazioni (menù opzioni) 87
11.1.1 Opzioni di trigger 88
11.1.2 Opzioni di trigger "Fronte" (SLOPE) 88
11.1.3 Opzioni "Griglia" 89
11.1.4 Opzioni di "Autoscaling" 90
11.1.5 Opzioni "Colori" 91
11.2 Uso dei cursori 91
11.3 Scelta della scala V/DIV 93
11.4 Uso dello "zoom" 94
11.5 Uso della modalità "trigger singolo" 95
11.5.1 Uso della modalità trigger singolo con TwinProbe 97
12. Componenti Elettronici 99
12.1 La teoria dei semiconduttori 99
12.2 Diodi 100
12.2.1 Il diodo come raddrizzatore della tensione alternata 105
12.3 Transistor 106
13. Schemi elettrici 112
13.1 Standard schemi TEXA 112
14. Analogico e digitale 124
14.1 La numerazione binaria 126

Esercitazione 131
Caratteristiche di base di UNIProbe 133
Descrizione strumenti di UNIProbe 133
Alimentazione dello Strumento 134
Connettività agli strumenti TEXA e al PC 134
Simulatore Didattico 135
Prova N°1: MISURA DELLA TENSIONE E DELLA CORRENTE IN UN CIRCUITO SERIE 136
Prova N°2: MISURA DELLA TENSIONE E DELLA CORRENTE IN UN CIRCUITO IN PARALLELO 138
Prova N°3: CAPACITA' E CONDENSATORI 140
Prova N°4: ESERCITAZIONI INTERRUTTORI 142
Prova N°5: CAMPO MAGNETICO E induzione elettromagnetica 144
Prova N°6: RELE' e SOLENOIDE 146
Prova N°7: TRASFORMATORE 148
Prova N°8: RADDRIZZATORI AD UNA SEMIONDA E A DOPPIA SEMIONDA 150
Prova N°9: CENNI SUI TRANSISTOR 152

Legenda

Attenzione

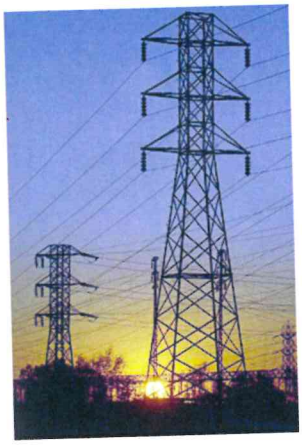
Informazione / Note

Conclusioni

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

1. Energia elettrica

1.1 Struttura della materia



Nella vita di tutti i giorni abbiamo a che fare con l'energia elettrica. Oramai è impossibile farne a meno, basti pensare come le conseguenze di un black-out vadano a sconvolgere le nostre abitudini quotidiane. Ma che cosa si intende per energia elettrica? Cerchiamo di chiarirlo in maniera semplice.

Per comprendere meglio il concetto di energia elettrica si può ricorrere ad una analogia con i sistemi idrici. Si hanno due depositi di acqua, **A** e **B**, ed **A** è posto ad una quota superiore di **B** (figura 1).

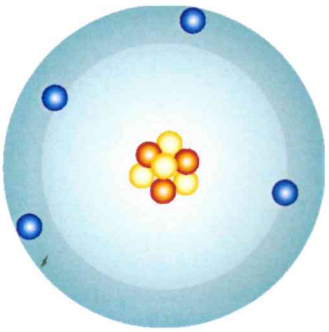
Figura 1

Il bacino d'acqua **A** situato ad una determinata altezza rispetto al suolo rappresenta una data energia potenziale, ovvero; se l'acqua viene fatta scorrere lungo un tubo verso il bacino di raccoglimento **B** posto più in basso, essa mostrerà alcune proprietà quali: la velocità con cui scende e quindi la quantità di acqua erogata dal tubo in un'unità di tempo. Da notare che, a parità di condizioni, quanto più in alto si trova il bacino **A**, tanto maggiore sarà la velocità dell'acqua e di conseguenza aumenterà anche la portata del condotto. I limiti di portata sono caratterizzati dai limiti del condotto. Cadendo, l'acqua produce energia, ed aumentando l'altezza del bacino **A** aumenta anche l'energia sviluppata dalla caduta. Fino a quando però l'acqua non percorre il tubo, questa energia rimane allo stato virtuale, e si dice energia potenziale. All'aumentare dell'altezza, dunque, aumenta anche l'energia potenziale attribuibile all'acqua presente nel bacino **A**.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Finché si conserva un dislivello tra le due superfici del liquido, rispettivamente nel bacino della diga **A** e nel bacino di raccoglimento **B**, il passaggio dell'acqua nel tubo si manterrà costante. Nel circuito elettrico riscontriamo una condizione analoga a quella del bacino idrico. Le cariche di nome diverso (positive e negative) che si sviluppano ai morsetti di un generatore, fanno assumere ai due poli un certo potenziale elettrico e, finchè si manterrà questa tensione (o differenza di potenziale) tra gli estremi di un conduttore posto tra i due poli, si avrà in esso un passaggio di corrente elettrica

Ora si affronteranno approfonditamente i concetti appena esposti sulle cariche elettriche. Le teorie fisiche propongono un modello in cui tutta la materia è composta da frazioni di dimensioni infinitesimali denominate **atomi**. Gli atomi, a loro volta, sono formati da **neutroni** e **protoni** che compongono il **nucleo**, e da **elettroni** che gli orbitano attorno (figura 2). I protoni sono particelle con carica positiva, i neutroni non posseggono alcuna carica, mentre gli elettroni sono particelle molto più piccole ed hanno carica negativa.



***a*–Nucleo**
***b*–Orbite**
***c*–Elettroni**
***d*–Protoni**
***e*–Neutroni**

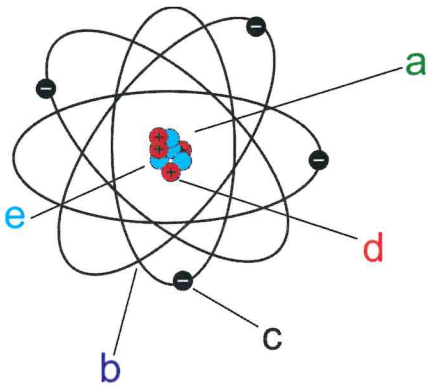


Figura 2

INFO *Un atomo a cui siano stati rimossi uno o più elettroni si definisce ione positivo; viceversa uno ione negativo è un atomo che ha guadagnato uno o più elettroni. Il processo che definisce questa sottrazione o addizione di elettroni si chiama "ionizzazione".*

Precedentemente, per descrivere la struttura di un atomo si è utilizzato il termine "carica elettrica": questa è una caratteristica fisica della materia e viene indicata con la lettera **Q**. Questa informazione sarà utile nel prossimo capitolo quando tratteremo la corrente elettrica.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

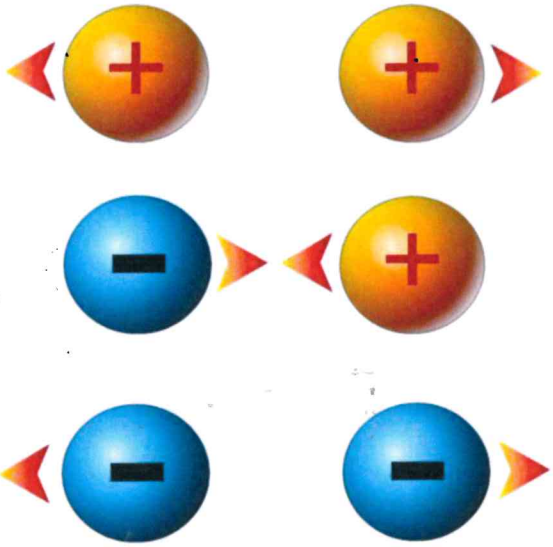


Figura 3

In natura si è sperimentalmente appurato che cariche di segno uguale si respingono mentre quelle di segno opposto si attraggono (figura 3). E' dimostrato che, all'interno della materia, negli atomi, la massa degli elettroni è notevolmente più piccola della massa del nucleo, ma sono proprio loro gli artefici principali dei fenomeni elettrici. Gli elettroni si muovono su varie orbite attorno al nucleo e, su quelle più esterne, alcuni di questi riescono a liberarsi dal legame con il nucleo, poichè, sono quelli che risentono meno della sua energia di attrazione.

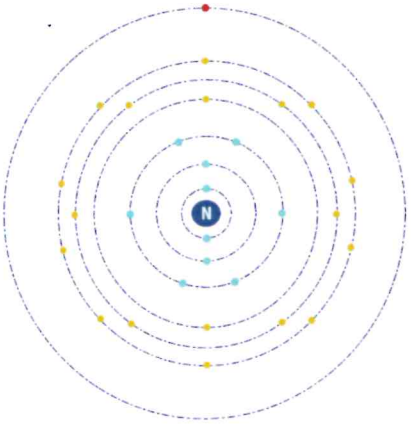
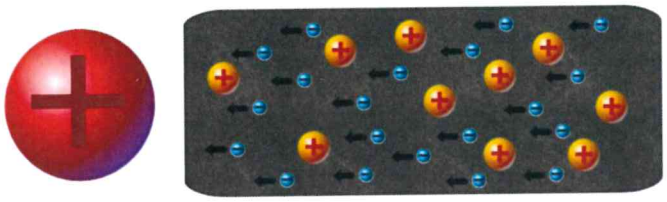


Figura 4: Schema dell'atomo di rame

Infatti è proprio la maggiore o minore facilità con la quale uno o più di questi elettroni riesce a staccarsi dall'orbita del proprio nucleo a determinare la classifcazione di tutti i tipi di materiali in tre categorie:

- *Conduttori*
- *Isolanti*
- *Semiconduttori*

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02



Gli atomi dei **conduttori** presentano, sulle orbite più esterne, elettroni liberi che sono in grado di muoversi in modo disordinato da un atomo all'altro (figura 5).

Figura 5

Questi elettroni sono molto importanti perché, se sono sottoposti all'influenza di una carica positiva vicina, tendono ad avvicinarsi ad essa passando da un atomo all'altro. Di conseguenza la zona del conduttore vicino alla carica positiva avrà una prevalenza di carica negativa (ioni negativi), mentre nella zona opposta avremo una prevalenza di carica positiva (ioni positivi).

I migliori conduttori sono i metalli, in particolar modo l'alluminio, l'argento, il rame e il carbone; ma anche i corpi umidi, il suolo, le soluzioni di sali e di acidi. In assoluto il metallo con più alta conducibilità è l'argento, ma per ovvi motivi di costo il più utilizzato è il rame, il quale ha un buon rapporto di conducibilità e costi di realizzo. In figura 4 è rappresentato lo schema dell'atomo di rame.

Gli **isolanti** sono caratterizzati dal fatto di essere materiali in cui il passaggio delle cariche elettriche è difficile in quanto privi di elettroni liberi. Se per ipotesi si avvicinasse una carica positiva vicino a questi materiali vedremo che i nuclei, formati anch'essi da cariche positive, tenderanno ad allontanarsi; mentre gli elettroni, avendo carica negativa, tenderanno ad avvicinarsi senza tuttavia riuscire a sfuggire all'attrazione del proprio nucleo (figura 6). Tipici esempi di isolanti sono la gomma, il vetro, la plastica, l'aria, il legno, la porcellana, gli oli minerali e cosi via.

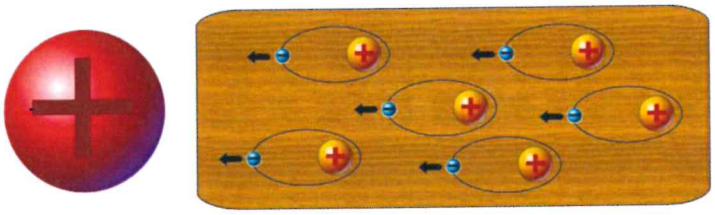


Figura 6

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

I **semiconduttori** sono sostanze di natura cristallina dove la conduttività, al contrario di quanto avviène nei conduttori, aumenta con l'aumentare della temperatura. I semiconduttori sono particolari materiali che non si possono definire nè conduttori nè isolanti. Dispongono di alcuni elettroni liberi, molti di più di un normale isolante ma molti meno di un buon conduttore. Da qui la spiegazione al nome "semiconduttori". Il semiconduttore intrinseco (ovvero puro) non ha interessanti virtù elettriche, infatti in questa forma non conduce. Le proprietà dei semiconduttori diventano interessanti se vengono opportunamente drogati. Il termine "drogare" indica l'immissione nel materiale semiconduttore di componenti che lo rendono impuro.

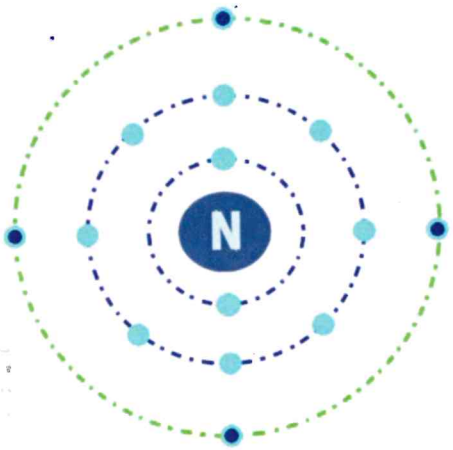


Figura 7: Modello dell'atomo di silicio

Materiali quali il silicio, il germanio, il selenio, l'ossido di rame e l'ossido di titanio, insieme ad altri composti usati nell'industria elettronica vengono aggiunti ai semiconduttori per modificarne le caratteristiche elettriche.

INFO *Si è accennato come la materia sia in condinzioni normali elettricamente neutra, cioè non possa mostrarsi carica di elettricità, poichè i suoi atomi sono neutri. Di conseguenza, se in un certo istante un corpo mostra di possedere una carica, ad esempio positiva, avente un certo valore, sicuramente esistono, in altra parte dello spazio, quelle cariche negative che il corpo ha perduto. É come dire quindi che le cariche elettriche non possono essere generate (create), ma possono essere ottenute, in primo luogo, solamente facendo perdere elettroni agli atomi. Ovviamente queste cariche tenderanno a ricombinarsi. É noto che si definisce quantità di elettricità la somma delle cariche elettriche in gioco. Questa somma deve considerarsi algebrica perchè, come detto precedentemente, esistono sia cariche positive che negative. In sostanza, per un corpo carico, la quantità di elettricità da esso posseduta è rappresentata appunto dalla carica che esso manifesta.*

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

1.2 Corrente elettrica

Immaginiamo di applicare ad un conduttore un potenziale elettrico (es. con una batteria): gli elettroni (che hanno carica negativa), saranno respinti dal terminale con carica negativa ed attratti invece dal terminale con carica positiva (figura 8). Così facendo si produrrà un flusso di elettroni in un unico senso: questo movimento ordinato è appunto noto come **Corrente Elettrica**.

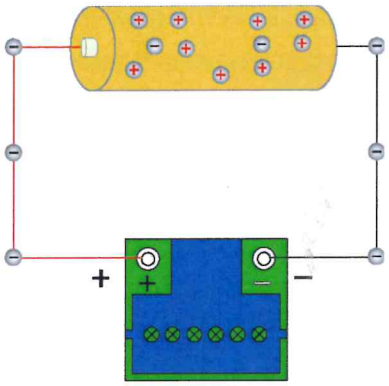
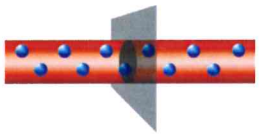


Figura 8



Si definisce intensità della corrente elettrica (I) la quantità di carica (Q) che attraversa una sezione di un conduttore per una determinata unità di tempo(t).

La relazione matematica che descrive questa proprietà è:

$$I = \frac{Q}{t}$$

L'intensità della corrente elettrica (I) è misurata in **Ampere** (A).
Un **Ampere** equivale al passaggio di un **Coulomb (Q)** che attraversa un conduttore in un secondo **(t)**.

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.

INFO *Il verso reale della corrente è quello che va dal polo negativo a quello positivo.*

TEXA S.p.A. – Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Per comprendere il concetto di corrente elettrica si immagini ad esempio la sala di un teatro, dove le poltrone sono poste in fila una di fronte all'altra, dall'ingresso fino a sotto il palcoscenico: immaginate che su tutte queste poltrone vi siano sedute delle persone ma che al primo posto la poltrona sia libera. La persona subito dietro allora, per vedere meglio, si alzerà per andare a occupare la poltrona di fronte e lascerà dietro a sè una poltrona vuota; la persona che era seduta dietro a lui a sua volta, per vedere meglio, farà la stessa cosa e lascerà dietro di sè la poltrona vuota; la cosa si ripeterà fino a quando la poltrona vuota non sarà l'ultima della fila.

Le persone che si spostano di un posto in avanti possiamo allora paragonarle alle cariche negative, cioè agli elettroni che si spostano all'interno del conduttore; ma allo stesso modo possiamo vedere il posto vuoto, che si sposta indietro, come la carica positiva, o meglio la lacuna (la mancanza dell'elettrone nell'atomo), che si sposta attraverso lo stesso conduttore.

Bisogna tenere presente che in natura la materia tende a ristabilire un equilibrio di carica appena è possibile. Quindi, se un corpo con una carica negativa ed uno con una carica positiva sono collegati insieme ad esempio da un filo di rame (conduttore), gli elettroni in eccesso nel corpo negativo tenderanno a muoversi attraverso il filo verso l'oggetto positivo finché non sarà stato ritrovato l'equilibrio fra le cariche di entrambi gli oggetti.

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 motore 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
1μA	**0,000001 A**	Correnti dei segnali elettronici interni alle centraline

Tabella 1

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Conclusioni:

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 **I**.

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**.

TEXA S.p.A. - Copyright ® Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

1.3 Tensione elettrica

Come abbiamo già accennato nel paragrafo precedente, affinché abbia origine un passaggio di corrente elettrica attraverso un conduttore, è necessario che questo sia sottoposto ad una differenza di quantità di carica elettrica (elettroni) ai suoi capi. L'influenza delle cariche esterne viene infatti avvertita all'interno del materiale, dando vita alla corrente elettrica. Se si pone tale condizione, per cui gli elettroni tendono ad allontanarsi da un'estremità e ad avvicinarsi all'altra, si dice che un conduttore è sottoposto ad una **tensione elettrica**; ovvero una **differenza di potenziale** cioè la condizione necessaria per ottenere un qualsiasi lavoro elettrico. Per cercare di spiegare in maniera semplice i concetti elettrici è possibile avvalersi delle analogie tra un circuito elettrico ed uno idraulico. Nel circuito (figura 9) la pompa **(a)**, elevando l'acqua ad una certa altezza, si comporta da generatore, il liquido rappresenta il flusso di elettroni mentre la turbina **(b)** è un utilizzatore.

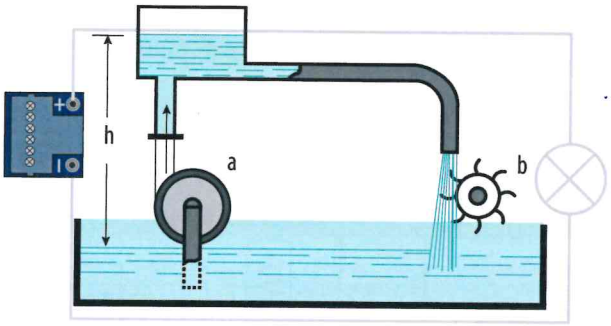


Figura 9

La differenza d'altezza del livello inferiore dell'acqua con quello superiore **(h)** è paragonabile alla differenza di potenziale. Quindi, affinché avvenga un flusso di elettroni (Corrente), c'è bisogno di una differenza di potenziale (**d.d.p.**) o forza elettromotrice (**f.e.m.**).

- **Circuito idraulico = Circuito Elettrico**
- **Pompa (a) = Generatore elettrico (Batteria)**
- **Flusso del liquido = Corrente elettrica**
- **Tubi = Materiale conduttore (Filo di Rame)**
- **Turbina (b) = Utilizzatore (Motore elettrico, lampadina)**
- **Dislivello (h) = Differenza di Potenziale (Tensione applicata dal Generatore elettrico)**

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 – Rev.02

L'unità di misura utilizzata per la differenza di potenziale (d.d.p.), chiamata **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 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**).*

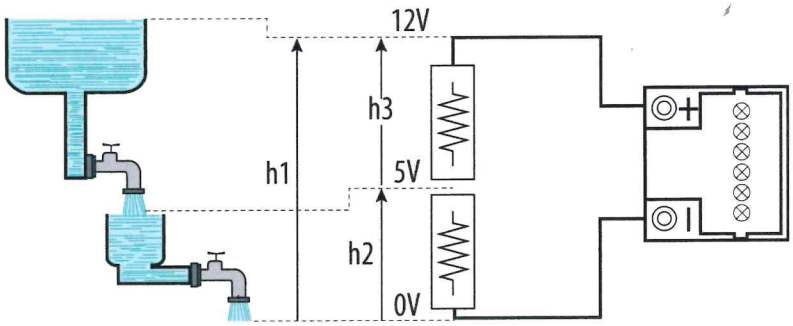


Figura 10

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 (figura 10), venga invece utilizzato il telaio del veicolo come elemento conduttore comune (figura 11), questa viene comunemente chiamata massa elettrica.

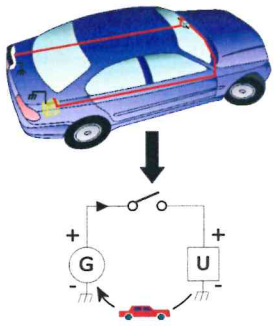


Figura 11

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Volt: multipli e sottomultipli		
Simbolo	**Valore in Volt**	**Esempio**
1 kV	**1000 V**	15 kV tensione di picco in un normale 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	20 mV tensione generata da una piccola cella foltovoltaica
1 mV	**0,001 V**	10 mV segnale di un'antenna radio non amplificata

Tabella 2

Conclusioni:

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***

1.3.1 Generatori di Tensione

Un dispositivo che ha lo scopo di produrre e mantenere ai propri capi una tensione elettrica e quindi generare energia elettrica è chiamato **generatore di tensione**.

Poichè l'energia non può essere creata o distrutta, i generatori di tensione non sono altro che dei dispositivi che convertono in energia elettrica altre forme di energia (chimica, solare, meccanica, ecc...).

Nel settore dei veicoli a motore, esistono vari tipi di generatori di tensione che andremo di seguito ad elencare:

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Generatori di tensione dalla luce (celle fotovoltaiche)

Sono in genere piastrine di silicio che, se investite da raggi luminosi, generano tensioni dell'ordine dei millivolt. Nei veicoli sono utilizzati, ad esempio, per l'accensione automatica dei fari o come sensori di irraggiamento negli impianti di climatizzazione.

Figura 12

Generatori di tensione per deformazione

Generano tensioni attraverso la sollecitazione meccanica di un materiale piezoelettrico. Ne sono un esempio i sensori di detonazione e i sensori d'urto presenti nelle centraline airbag.

Figura 13

Figura 14a

Generatori di tensione per processo elettrochimico

Producono una f.e.m. in quanto, in una soluzione elettrolitica, sono immersi due diversi materiali: è il caso degli accumulatori installati sui veicoli e chiamati così perché possono essere ricaricati.

Altro esempio di generatore elettrochimico è la sonda lambda allo zirconio (figura 14b).

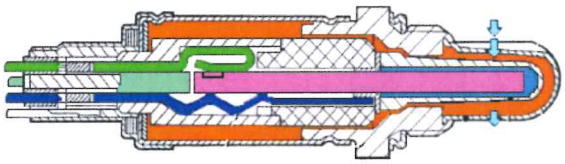


Figura 14b

É una cella di concentrazione di O2 con un elettrolita solido attraverso il quale la corrente è trasportata dagli ioni ossigeno. L'elettrolita ceramico separa due camere di gas (il collettore di scarico e l'atmosfera) che hanno pressioni parziali dell'ossigeno diverse.

La tensione in uscita della sonda aumenta rapidamente nel passaggio da una miscela magra ad una miscela ricca.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Figura 15a

Generatori di tensione induttivi

Si tratta di generatori di tensione che funzionano in base al principio dell'induzione elettromagnetica, secondo il quale un conduttore posto all'interno di un campo magnetico, genera una tensione variabile quando il campo magnetico subisce una variazione (vedi capitolo magnetismo). Tipici esempi sono gli alternatori ed i sensori di giri (figura 15a).

In alcune applicazioni, ad esempio nei ciclomotori, la tensione di alimentazione necessaria all'avviamento viene generata da uno statore mediante la rotazione di un magnete permanente. In alcune applicazioni il sistema consente di invertire il funzionamento: la tensione che va ad alimentare lo statore mette in rotazione il magnete e funge così da motorino di avviamento.

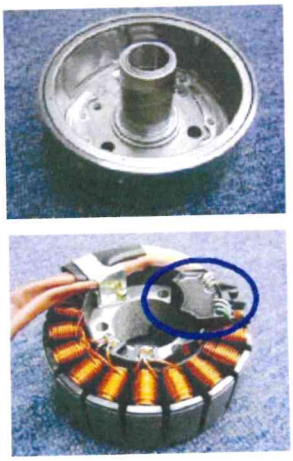


Figura 15b

1.4 Resistenza elettrica

Se tutto quello che abbiamo illustrato fino ad ora fosse vero, come mai collegando tra i due poli della batteria di un veicolo un cavo di rame ed un cavo di gomma si ottengono reazioni del tutto diverse? Bisogna a questo punto introdurre una nuova grandezza: **la resistenza elettrica**.

Come indicato nei capitoli precedenti, la corrente elettrica può fluire in un circuito elettrico solo se esistono cariche elettriche libere. Per le proprietà elettriche della materia, tutti i corpi manifestano una certa resistenza al passaggio della corrente elettrica. Ciò è dovuto 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. 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 e più il flusso d'acqua, trovando uno strozzamento, diminuisce.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Come indicato nei capitoli precedenti, la corrente elettrica può fluire in un circuito elettrico solo se esistono cariche elettriche libere. In conclusione si definisce **resistenza elettrica** di un corpo, la proprietà del corpo stesso di opporsi al passaggio della corrente elettrica. Risulta evidente che, quanto più alto è il valore di resistenza di un corpo, più bassa sarà la corrente che riesce ad attraversarlo.

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

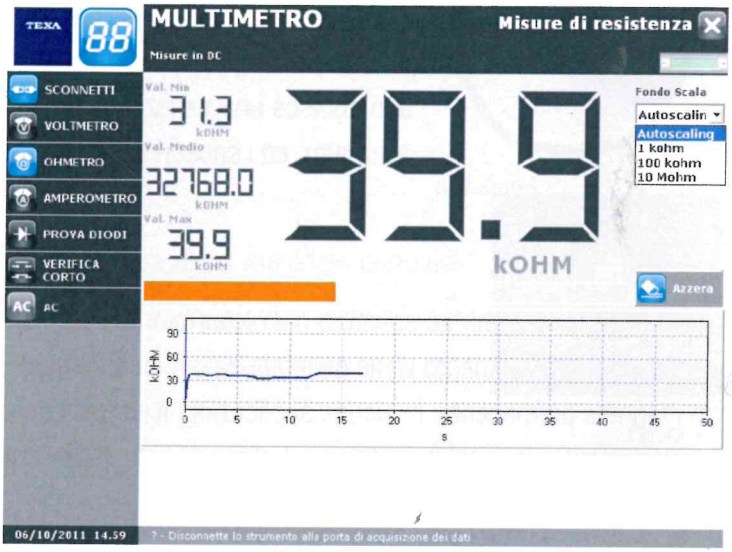


Figura 16

La resistenza in un circuito elettrico dipende innanzi tutto dal tipo di conduttore impiegato per i collegamenti elettrici. Si definisce ***resistività*** la capacità di un materiale, indipendentemente dalle sue dimensioni, di opporsi al passaggio della corrente elettrica. La resistività viene indicata con la lettera greca ρ (ro) la cui unità di misura è $\Omega \cdot mm^2$.

Materiale	Resistività a 20°C	
	$\Omega \cdot m$	$\Omega \cdot mm^2$
Argento	$1,6 \cdot 10^{-8}$	0,016
Rame	$1,7 \cdot 10^{-8}$	0,017
Oro	$2,4 \cdot 10^{-8}$	0,024
Alluminio	$2,8 \cdot 10^{-8}$	0,028
Tungsteno	$5,1 \cdot 10^{-8}$	0,051
Zinco	$6 \cdot 10^{-8}$	0,06
Platino	$10 \cdot 10^{-8}$	0,10
Ferro	$10 \cdot 10^{-8}$	0,10
Acciaio	$18 \cdot 10^{-8}$	0,18
Piombo	$22 \cdot 10^{-8}$	0,22

Tabella 3: Resistività dei migliori conduttori

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

In un cavo conduttore il valore della resistenza viene influenzato dalla lunghezza del conduttore stesso. Più lungo sarà il conduttore, maggiore sarà la sua resistenza. Prendiamo in esame la sezione del filo conduttore: collegando due lampadine uguali con due conduttori di uguale lunghezza ma di sezione diversa ad una batteria, si potrà osservare che il conduttore con sezione maggiore sarà attraversato da una maggiore corrente. La resistenza di questo è perciò minore del filo con sezione più piccola. Se ne deduce che la relazione tra la sezione dei cavi conduttori e la resistenza sia inversamente proporzionale: all'aumentare della sezione del conduttore diminuisce la resistenza.

Il legame presente fra resistenza, corrente e tensione, sarà spiegato in dettaglio nei paragrafi successivi.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

2. Legge di Ohm

E' facile intuire che in un circuito idraulico, maggiore è il dislivello di **h** (Tensione) tra il rubinetto e la vasca, maggiore sarà la portata **b** (Corrente). Altrettanto deducibile è che maggiore sarà l'incrostazione **(a)** del tubo (Resistenza) minore sarà la portata. Le considerazioni fatte in questo impianto idraulico costituiscono, in pratica, la diretta trasposizione alla legge fondamentale dell'elettrotecnica e cioè la ***legge di Ohm***.

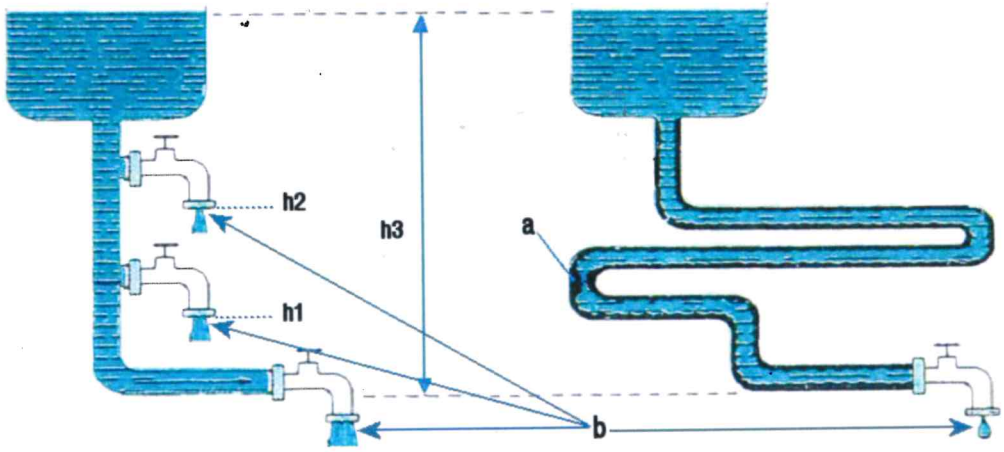


Figura 17

La legge di ohm stabilisce che la corrente **(I)** che attraversa un componente è direttamente proporzionale alla tensione **(V)** applicata ai suoi capi (aumenta all'aumentare della tensione) e inversamente proporzionale alla sua resistenza **(R)** (diminuisce all'aumentare della resistenza):

$$I = \frac{V}{R}$$

Questa formula è molto utile ad esempio per calcolare la corrente assorbita da un utilizzatore di cui conosciamo la resistenza in modo da poter mettere un fusibile adeguato che protegga i componenti dalle correnti eccessive.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Bisogna inoltre sottolineare che il valore di resistenza di un corpo, a parità di condizioni fisiche (tipologia, lunghezza, sezione), è una caratteristica propria del corpo stesso che varia anche al variare della temperatura; per cui ogni misurazione fatta va sempre riferita anche a determinati valori di condizioni ambientali di temperatura.

La resistenza caratteristica di una bobina viene fornita a 20°C. Le misure elettriche su questa a caldo, sarebbero falsate. Normalmente la resistenza nei conduttori ha un andamento proporzionale all'aumento della temperatura: più questa è alta, maggiore è la resistenza.

Ohm: multipli e sottomultipli		
Simbolo	**Valore in Ohm**	**Esempio**
MΩ	1.000.000 Ω	resistenze usate all'interno delle schede elettroniche
	100.000 Ω	resistenze usate all'interno delle schede elettroniche
	10.000 Ω	resistenze usate all'interno delle schede elettroniche
kΩ	1.000 Ω	**4 - 6 kΩ secondario bobina sistemi Marelli iaw 4**
	100 Ω	**200 - 300 Ω sensore temperatura liquindo a 90°C** **90 - 120 Ω sensore spostamento ago**
	10 Ω	**16 Ω resistenza iniettore multipoint**
Ω	1 Ω	**1,2 Ω resistenza ballast dell'iniettore monojetronic**
	0,1 Ω	**0,3 Ω resistenza elettroiniettore common rail**
	0,01 Ω	resistenza "campione" per strumenti di misura
mΩ	0,001 Ω	resistenza "campione" per strumenti di misura

Tabella 4

Conclusioni:

La resistenza è la difficoltà che incontra la corente elettrica nell'attraversare un corpo.

Ogni filo conduttore ha come caratteristica fisica una determinata resistenza in funzione del tipo di materiale, della lunghezza, della sezione e della temperatura a cui è sottoposto.

Il simbolo della resistenza è la lettera **R**.

La sua unità di misura è l'**ohm** che si indica con la lettera Ω (omega).

Lo strumento che si utilizza per misurarla è l'**Ohmetro**.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Naturalmente è possibile esprimere la suddetta formula invertendo i termini, ossia:

$$V = R \times I \qquad R = \frac{V}{I}$$

La legge di ohm è valida esclusivamente per i circuiti inerti, cioè quei circuiti formati da utilizzatori costituiti da sole resistenze.

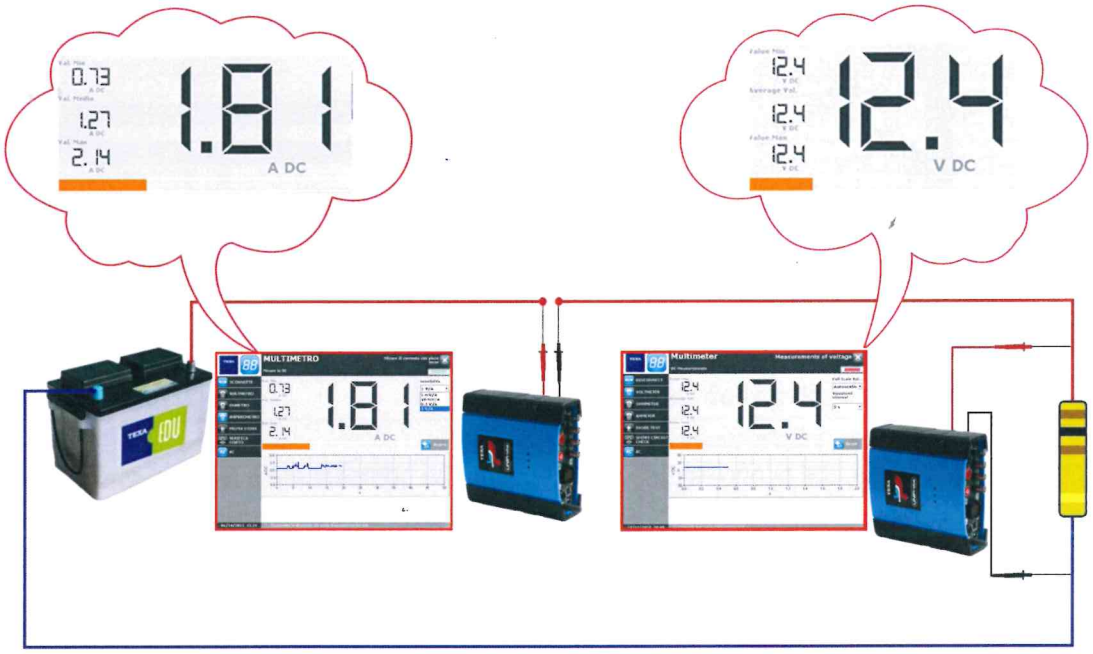


Figura 18

Conclusioni:

Dalla legge di Ohm si deduce che:

- In un circuito con una resistenza fissa, più è alta la tensione, più sarà alta la corrente che circolerà.

- In un circuito con tensione costante, se si diminuisce il valore della resistenza si otterrà un aumento della corrente circolante.

- In un circuito a corrente costante, aumentando la resistenza la tensione ai capi di essa aumenterà.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

2.1 La legge di Ohm ed il corpo umano

E' risaputo che l'energia elettrica può essere pericolosa per la salute.
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"?
Anche in questo caso la risposta è nella legge di Ohm. La resistenza della pelle secca misura circa 50 KΩ ma con una pelle umida la resistenza scende sotto i 1000Ω. Una corrente superiore ai 30 mA che attraversa il corpo umano è già percettibile.
Applicando la legge di ohm la tensione di sicurezza è di:

V= 0,030 A x 1000 Ω = 30V

Quindi in pratica nel settore automobilistico, compreso quello dei veicoli pesanti, il rischio di folgorazioni dannose per l'uomo non sussiste. Bisogna tenere presente però che nei sistemi a benzina, dove impiegate accensioni elettroniche, le eventuali "scariche" non sono molto piacevoli. Particolare attenzione a questo tipo di incidenti devono prestare i portatori di pace-maker o di apparecchi similari.

Percezione della corrente nel corpo umano	C.C	C.A.(~50 Hz)
Corrente di soglia (sulle mani)	5.2 mA	1.1 mA
Corrente di rilascio: uomo	76 mA	16 mA
Corrente di rilascio: donna	51 mA	10 mA
Fibrillazione cardiaca		100 - 300 mA

Tabella 5

Legenda:
- Corrente di soglia =
Valore minimo percepito
- Corrente di rilascio =
Massima corrente che consente di interrompere il contatto

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

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

3. Misure

La visualizzazione e l'analisi degli andamenti delle tensioni e delle correnti all'interno di un qualsiasi circuito elettrico montato su di un veicolo, ci permetterà di intervenire in modo univoco e risolutivo su qualsiasi tipo di difettosità. Vedremo di seguito i vari tipi di strumentazioni ed il loro utilizzo. Si fa presente che l'acquisizione di segnali su strumenti in grado di visualizzare graficamente la grandezza misurata, è senza dubbio da preferire agli altri. Dedicheremo quindi più spazio a strumenti di questo tipo.

3.1 Multimetro

Le grandezze elettriche necessitano di particolari strumenti per effettuare la loro misurazione. Uno di questi, largamente diffuso per la semplicità d'uso e per i bassi costi, è il multimetro (figura 19). In commercio esistono multimetri analogici, con indicatori a lancetta, e digitali, forniti di display (la differenza non dipende esclusivamente dalla maniera in cui viene mostrato il valore letto).

Figura 19

Oramai quest'ultimi (multimetri digitali) rappresentano la totalità degli strumenti utilizzati per le misure elettriche sulle vetture, grazie alla migliore precisione di lettura ed anche alla loro facilità d'uso. Un multimetro in genere ci consente di misurare resistenze, tensioni continue e alternate, correnti e capacità. Con gli strumenti TEXA è possibile utilizzare il modulo UNIProbe e i relativi accessori a corredo (figura 19b) che rende diponibili le funzioni di Multimetro, Oscilloscopio, Prova Pressione che ci consentono una molteplicità di misure e rilievi.

Figura 19b

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Analizziamo la funzione multimetro dell'UNIProbe/TwinProbe:

1) Indicatore del tipo di corrente
2) Indicatori della tensione:
   - Tensione minima misurata
   - Tensione media misurata
   - Tensione massima misurata
3) Tensione istantanea misurata
4) Indicatore livello scala
5) Grafico della tensione rilevata nel tempo
6) Indicatore dell'unità di misura e del tipo di corrente

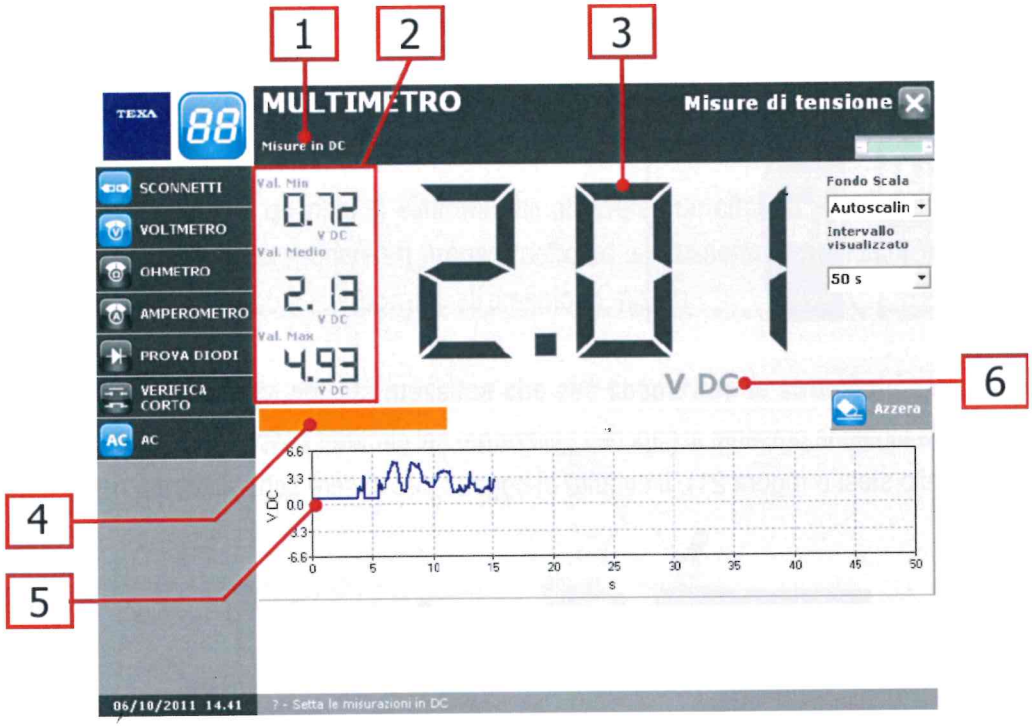


Figura 20

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

3.1.1 Voltmetro

Per misurare una tensione ai capi di un componente, sia esso un utilizzatore che un generatore, si deve utilizzare il voltmetro. Quest'ultimo può essere utilizzato solo per la lettura di tensioni continue mentre, come vedremo in seguito, per sistemi elettronici complessi, sia analogici che digitali, è indispensabile usare l'oscilloscopio.

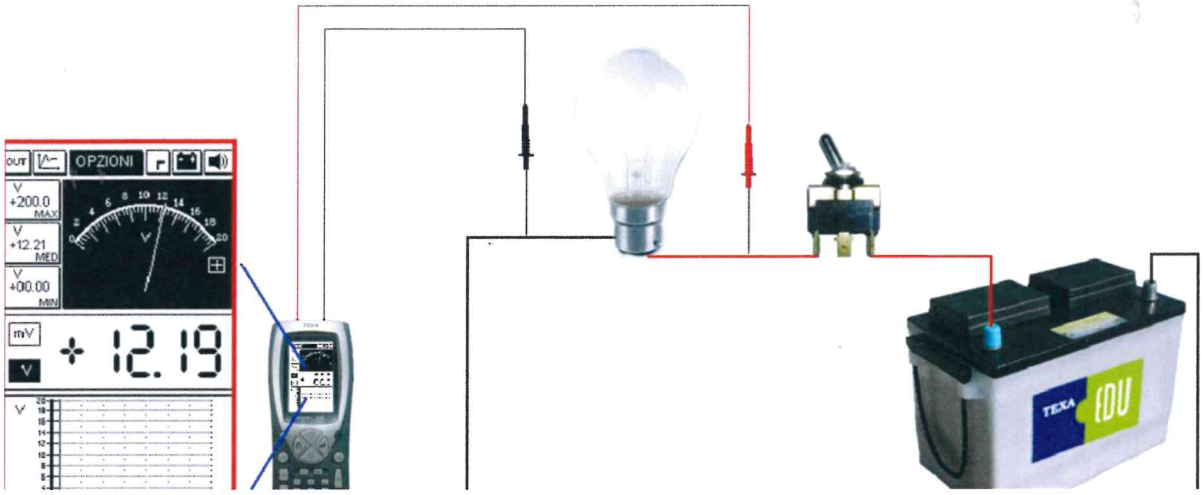


Figura 21

Per determinare la tensione presente ai capi dell'utilizzatore nel circuito, collocare i puntali dello strumento di misura ai capi dello stesso (figura 21). Il circuito in oggetto può essere schematizzato nel modo seguente:

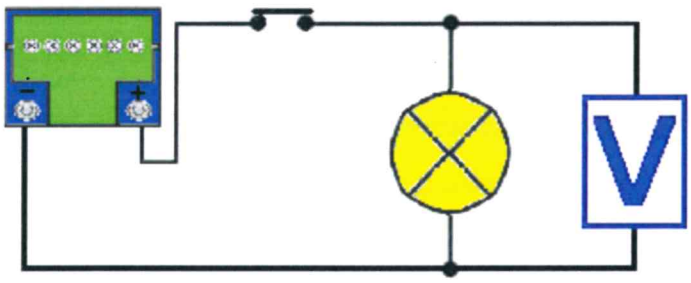


Figura 22

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Tensione - V = VOLT
1 KV (1 Kilovolt) = 1000 V
1 mV (1 millivolt) = 0,001 V

Tabella 6: Multipli e sottomultipli del Volt

Il multimetro dell'UNIProbe/TwinProbe possiede la funzione di cambio scala in automatico, cioè la possibilità di adattare, durante la lettura, il fondo scala senza intervento dell'operatore. Questa funzione esiste anche in modalità amperometro e ohmetro.

Il modulo UNIProbe **è progettato espressamente per le esigenze dell'officina, il limite massimo di tensione sopportabile (200V max) non permette l'utilizzo di quest'ultimo con le tensioni presenti nelle abitazioni, anche in virtù del fatto che è prevista la lettura di sole tensioni continue.**

3.1.2 Amperometro

Si è visto che la corrente è la quantità di elettroni che attraversa un circuito. Riutilizzando l'analogia del circuito idraulico, è possibile paragonare un Amperometro ad un flussometro (contatore). Per la misura è necessario interrompere il flusso e interporre lo strumento di misura.

Prestare attenzione alla portata massima che può sopportare lo strumento quando si effettua una misurazione di questo tipo.

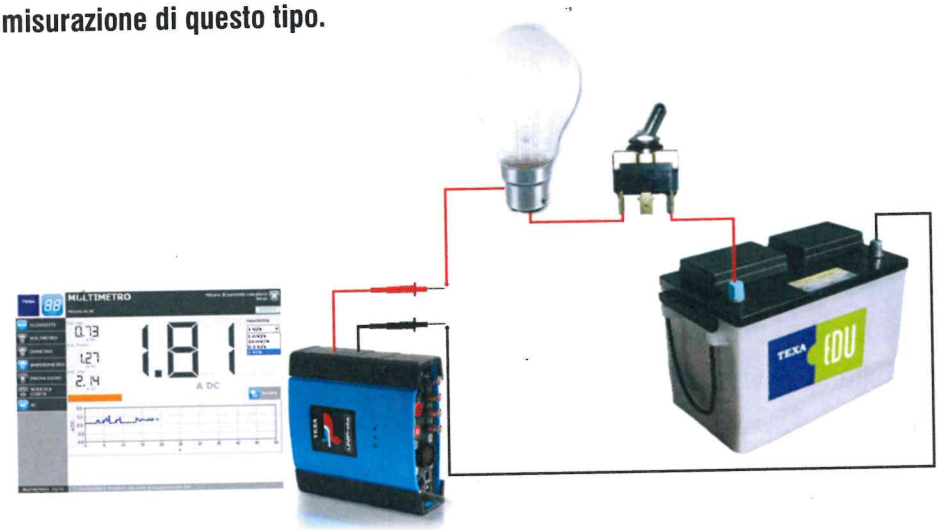


Figura 23: Collegamento dell'Amperometro nel circuito

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

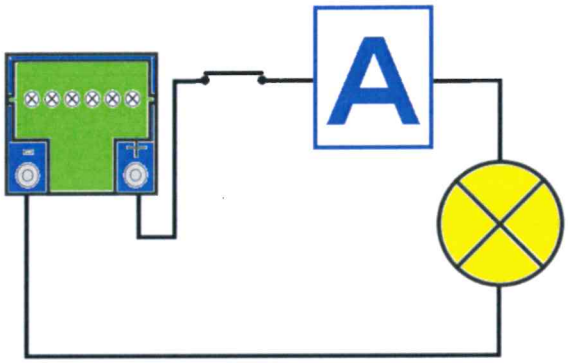


Figura 24: Schema elettrico del circuito

Corrente - A = AMPERE
1 mA (1 milliampere) = 0,001 A
1 Aμ (1 microampere) = 0,000001 A

Tabella 7: Multipli e sottomultipli dell'Ampere

Analogamente al voltmetro, un amperometro di ottima qualità, per effettuare misurazioni corrette, non deve influire sul circuito dove sta operando (la sua resistenza interna deve essere teoricamente nulla). Nel caso del modulo UNIProbe, esiste la possibilità di leggere i valori di corrente attraverso una **pinza amperometrica** (figura 25) che, sfruttando il campo magnetico prodotto dal passaggio di corrente nel filo conduttore, non necessita di collegamenti elettrici diretti con il circuito interessato. Infatti tutti i conduttori, se attraversati da corrente, creano un campo magnetico (vedi cap. Magnetismo). Grazie a questa caratteristica la pinza amperometrica riesce a rilevare correnti che vanno da 0.1A fino a 500A. Misurazioni di questo tipo sono molto utili soprattutto su utilizzatori che hanno grossi assorbimenti (motorini d'avviamento, lunotti termici, alzavetri, ecc…).

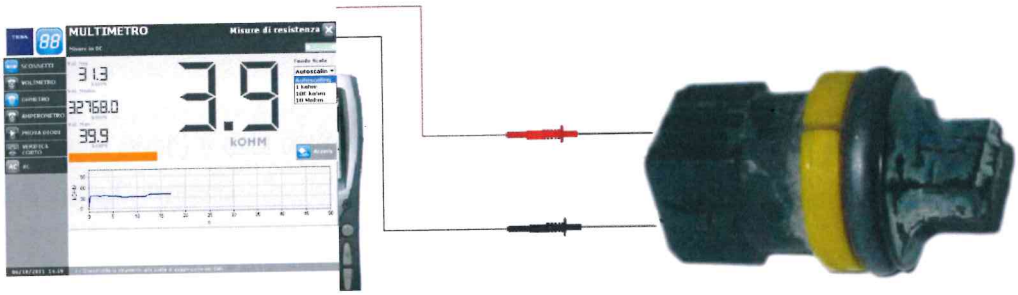
Figura 25: Pinza Amperometrica Bicor 2

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Con l'Amperometro presente nell'UNIProbr/TwinProbe è molto importante limitare le prove a circuiti in cui circolino correnti massime di 2 A. In tutti gli altri casi utilizzare la pinza amperometrica.

3.1.3 Ohmetro

Simile agli strumenti visti in precedenza, l'ohmetro permette di rilevare la resistenza del componente analizzato. Quando si collega una resistenza tra i due puntali dello strumento, l'ohmetro genera una corrente costante che permette di determinare il valore della resistenza. Per tale ragione, misurare la resistenza di qualsiasi componente solo se quest'ultimo non è percorso da nessuna corrente.



Per calcolare la resistenza, l'Ohmetro applica la legge di ohm:

$$Rx = \frac{Vtester}{I}$$

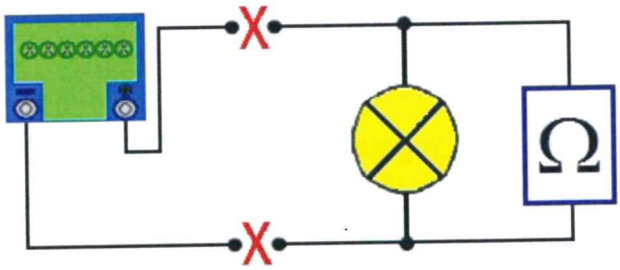


Figura 27: Circuito schematizzato

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Resistenza - Ω = OHM
1 MΩ (1 Megaohm) = 1000 KΩ
1 KΩ (1 Kilohm) = 1000Ω

Tabella 8: Multipli e sottomultipli dell'Ohm

Quando si deve rilevare il valore di una resistenza in un componente, qualsiasi esso sia, è necessario che questo sia scollegato dal circuito elettrico dove è inserito e soprattutto che questo non sia sottoposto ad una alimentazione. Questa regola deve essere obbligatoriamente rispettata altrimenti rende non attendibile il valore visualizzato e può provocare danni allo strumento di misura.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

4. Potenza elettrica

I generatori di tensione hanno il compito di trasformare varie forme di energia (chimica, meccanica, ecc...) in energia elettrica. La batteria utilizza energia chimica mentre l'alternatore utilizza energia meccanica (cinetica). L'energia del generatore (alternatore-batteria) viene trasformata in energia elettrica per i vari utilizzatori (motori elettrici, lampadine): per il principio di conservazione dell'energia, parte di essa si trasforma ulteriormente in calore (sviluppato dall'utilizzatore e quindi ceduto all'esterno). Il fenomeno descritto prende il nome di effetto ***Joule***. Anche per questo motivo le potenze degli alternatori vengono sovradimensionate rispetto alle esigenze dell'impianto elettrico, per tenere in considerazione le potenze perdute dovute all'effetto joule.

In molti casi su diversi utilizzatori (lampadine, motorini d'avviamento, ecc...) la potenza espressa viene indicata in **Watt** la cui unità di misura è indicata con la lettera **W**. La potenza è calcolata mediante la formula:

$$P = V \times I$$

ovvero la Potenza (Watt) è data dal prodotto della tensione (V) per la corrente (I), dalla quale è possibile ricavarne la formula inversa:

$$I = \frac{P}{V}$$

L'espressione utilizzata per ricavare la potenza assorbita da una resistenza, ricordando la legge di ohm è:

$$P = R \times I^2$$

Esempio:
Una lampada abbagliante da 60 watt e alimentata con la tensione di 12 volt, assorbirà una corrente di 5 ampere. Invece, una lampada da 100 watt assorbirà una corrente di 8,33 ampere, per cui i componenti (cavi e interruttori di comando) dovranno essere adeguati all'aumento di corrente.
La stessa lampada da 100 watt, installata invece in un veicolo industriale (quindi con una tensione di 24 volt), assorbirà una corrente di 4,16 ampere. In questo modo si rende più agevole la progettazione e la costruzione di impianti elettrici molto lunghi che, come vedremo nel prossimo paragrafo, renderebbero necessari conduttori con sezioni elevate.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - B200193_2014 - Rev.02

Componente			Potenza (Watt)	Corrente media
Motorino d'avviamento DIESEL 12 Volt			1500÷2000	145 A
Motorino d'avviamento BENZINA 12 Volt			800÷1700	100 A
Avvisatori acustici (coppia)			120	
Pompa lavacristallo			48 W	<4 A
Elettromagneti apertura baule e sportello benzina			370 W	31 A
Relè			2 W	0,150 mA
Lunotto termico			200	16
Sistema tipo motronic completo pompa benzina			250	20
Elettroventola raffredamento liquido. Max velocità			300	25
Elettroventola climatizzatore max velocità			90	7,5
FARI	Abbagliante		60	5
	Anabbagliante	Alogeno	55	4,5
		Allo xeno	35	3
Indicatori di direzioni anteriori			21	2
Luci parcheggio (posizione anteriori)			5	0,400 A
Fendinebbia anteriori			55	4,5
Indicatori di direzioni laterali			5	
Terza luce stop			18	40 mA
Indicatori di direzioni posteriori			21	2 A
Luce di retromarcia			21	2 A
Antinebbia posteriore			21	2 A
Luci targa			5	400 mA
Luci stop / Posizione Posteriori	Tipo lampada		21 / 5	2 A
	Tipo led		4 / 0,4	
Luce baule			5	0,4 A
Luci plafoniere			5	0,4 A
Luci leggi mappa			10	0,80 A

Tabella 9: Consumi tipici nei componenti presenti negli autoveicoli

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sui nuovi sistemi elettronici che gestiscono l'impianto elettrico di un veicolo, come gli impianti con Body Computer si può notare che l'impianto elettrico delle frecce (figura 28) viene controllato direttamente dalle uscite del Body Computer le quali vengono controllate in corrente e quindi in potenza. Nel caso questi valori non siano all'interno della tolleranza prevista dal Body Computer viene segnalato il guasto nella memoria errori e nello strumento di bordo. Bisogna fare attenzione, quando si sostituiscono le lampade, all'indicazione dei watt trascritti sulla stessa, in quanto le lampadine frontali e posteriori hanno una potenza di 21W mentre le laterali di 5W: quindi una differenza di potenza viene interpretata dal Body Computer come un'anomalia nel circuito elettrico, "sentendo" un aumento o una diminuzione del valore della corrente rispetto a quello nominale. Le medesime considerazioni possono essere fatte analizzando l'impianto elettrico di un Iveco Stralis dove la funzione del Body Computer è analoga a quella vista in precedenza.

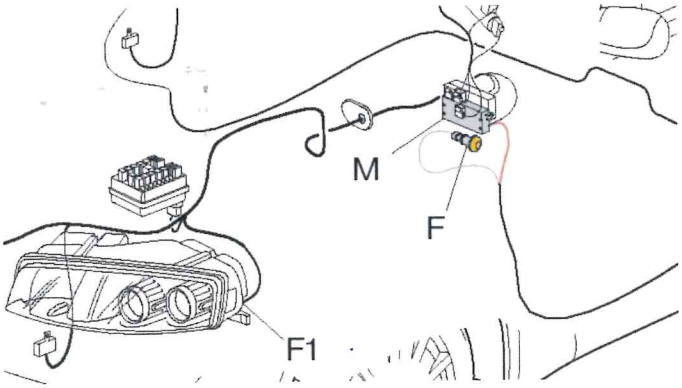


Figura 28

5. Sezione del conduttore

In campo automobilistico capita spesso di trovare cablaggi, realizzati da amanti del "fai da te", con il materiale isolante letteralmente sciolto e l'anima metallica con evidenti segni di surriscaldamento se non addirittura deformata. Tale fenomeno è dovuto ad un errato dimensionamento dei cavi utilizzati. In particolare, il diametro del cavo non è adeguato all'intensità di corrente che deve attraversarlo. Il cavo male dimensionato oppone una resistenza al passaggio della corrente: la resistenza genera "l'attrito", quest'ultimo produce il calore (effetto Joule) che scioglie la plastica e "cuoce" il conduttore. Infatti anche se la massa degli elettroni è infinitamente piccola, il numero di elettroni in movimento, in presenza di una tensione, è notevolmente elevato e lo "sfregamento" di tali particelle produce calore. Quindi ogni filo percorso da corrente genera calore. Il calore prodotto dalla corrente nel filo è dissipato nell'ambiente circostante.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Facendo le dovute considerazioni, e consapevoli che la corrente di prova di un ohmetro è sempre molto bassa, si comprende l'inutilità di una verifica sulla qualità di un cavo (ad es. quello del motorino di avviamento dell'autoveicolo) effettuata utilizzando un ohmetro. La qualità del cavo deve essere verificata durante il suo normale funzionamento, questo può essere ottenuto solo con l'uso di un voltmetro o di un oscilloscopio.

Ora, se nello stesso filo aumento la difficoltà di percorrenza degli elettroni diminuendo la sezione (sotto-dimensionando la sezione del filo) si otterrà come risultato un maggior "sfregamento" degli elettroni e, di conseguenza, aumenterà il calore generato.
Come già visto al paragrafo della resistenza elettrica, i cavi elettrici in rame hanno una resistività che a 20 gradi è di $\rho = 0{,}017\ \Omega\ mm^2/m$ mentre a 50 gradi il $\rho = 0{,}019\ \Omega\ mm^2/m$, ciò significa che la resistenza di un cavo aumenta con la temperatura.
Si deduce che, rispetto alla condizione iniziale, diminuendo la sezione, otterremo un incremento di calore dovuto all'aumento della resistenza.

La SEZIONE di un cavo è l'elemento principale da calcolare per evitare il surriscaldamento indesiderato del filo elettrico che può, nei casi limite, innescare incendi. La sezione, la lunghezza del cavo e la corrente che fluisce al suo interno determinano la caduta di tensione nel cavo stesso.

Se sono comprensibili le problematiche dovute all'utilizzo di un cavo di ridotta sezione, si può concordare anche che cavi di alimentazione di sezione generosa siano difficili da installare e chiaramente con un costo più elevato rispetto a quelli con sezione minore. Questo è uno dei motivi per cui i costruttori sono orientati a l'uso di tensioni di bordo elevate (42 Volt, ad esempio).

Per il dimensionamento di un cavo è possibile applicare la seguente formula:

$$SEZIONE\ (mm^2) = \frac{\rho \times L \times I}{\Delta V}$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

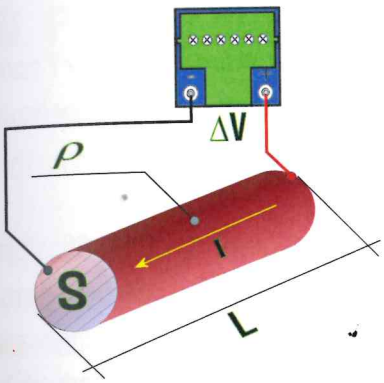


Figura 29

La sezione del filo da utilizzare sarà data dal prodotto della lunghezza ***L*** per la corrente circolante ***I,*** per la resistività del filo utilizzato **ρ** (nel caso del rame a 20°C il valore è 0,017 Ω mm²/m), diviso la massima caduta di tensione ammissibile del circuito **ΔV**.

Per determinare la sezione viene usata la normativa AWG.

Assorbimento Totale in Ampère	Lunghezza dei collegamenti (in metri)							
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 9
0 - 20	AWG 14 2,1 mm²	AWG 12 3,3 mm²	AWG 12 3,3 mm²	AWG 10 5,3 mm²	AWG 10 5,3 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 8 8,4 mm²
20 - 35	AWG 12 3,3 mm²	AWG 10 5,3 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 6 13,3mm²	AWG 4 21,1 mm²
35 - 50	AWG 10 5,3 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²
50 - 65	AWG 8 8,4 mm²	AWG 8 8,4 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 2 33,6 mm²
65 - 85	AWG 6 13,3 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 0 53,5 mm²
85 - 105	AWG 6 13,3 mm²	AWG 6 13,3 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 0 53,5 mm²
105 - 125	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 4 21,1 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 0 53,5 mm²	AWG 0 53,5 mm²	AWG 0 53,5 mm²
125 - 150	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 2 33,6 mm²	AWG 0 53,5 mm²	AWG 0 53,5 mm²	AWG 0 53,5 mm²	AWG 0 53,5 mm²

Tabella 10: Scelta cavo in base alla lunghezza e alla corrente

La seguente tabella riepilogativa permette di vedere le corrispondenze tra il diametro, la sezione ed il sistema di classificazione AWG.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

AWG (American Wire Gauge) = *Standard americano nella definizione del calibro di cavi per i conduttori non ferrosi, compresi il rame, l'alluminio, l'argento, ecc. Il valore in gauge è inverso rispetto al diametro del cavo, cioè ai numeri più piccoli corrisponde un diametro più elevato e viceversa.*

Un esempio potrebbe essere la determinazione della sezione del cavo di alimentazione di un amplificatore audio montato nel veicolo. Di seguito è stata creata una tabella dove sono eveidenziati in giallo i valori minimi per avere, nel cavo di alimentazione positiva, una caduta massima inferiore a 100 mV con lunghezza cavo di 5 o 10 metri. È stata creata anche la tabella con temperatura cavo a 50°C (temperatura ammissibile del cavo nel periodo estivo).

Potenza nominale Amplificatore 120W a 12 volt (ovvero I=10A R=1,2Ω)										
			Temperatura 10 gradi				Temperatura 50 gradi			
Tensione alimentazione	Sezione cavo rame in mm^2	Diametro cavo rame in mm	Caduta di tensione nel filo 10 metri	Potenza all'utilizzatore con 10 metri di filo	Caduta di tensione nel filo 5 metri	Potenza all'utilizzatore con 5 metri di filo	Caduta di tensione nel filo 10 metri	Potenza all'utilizzatore con 10 metri di filo	Caduta di tensione nel filo 5 metri	Potenza all'utilizzatore con 5 metri di filo
12	1,77	1,5	0,78	103,50	0,39	111,29	0,90	101,12	0,45	109,96
12	3,14	2	0,45	110,27	0,23	114,98	0,52	108,79	0,26	114,19
12	4,91	2,5	0,29	113,63	0,15	116,75	0,34	112,64	0,17	116,23
12	7,07	3	0,21	115,52	0,10	117,73	0,24	114,81	0,12	117,36
12	9,62	3,5	0,15	116,69	0,08	**118,33**	0,18	116,16	0,09	**118,05**
12	12,56	4	0,12	117,45	0,06	118,72	0,14	117,04	0,07	118,51
12	15,90	4,5	0,09	117,98	0,05	118,98	0,11	117,65	0,05	118,82
12	19,63	5	0,08	**118,36**	0,04	119,18	0,09	**118,09**	0,04	119,04
12	23,75	5,5	0,06	118,64	0,03	119,32	0,07	118,42	0,04	119,21
12	28,26	6	0,05	118,86	0,03	119,43	0,06	118,67	0,03	119,33

Tabella 11

Si noti, ad esempio, che con "soli" 0,08 Volt di caduta l'utilizzatore perde quasi 2 Watt di potenza.

Conclusioni:

La resistenza del cavo diminuisce all'aumentare della sezione.

La resistenza del cavo aumenta all'aumentare della lunghezza.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

6. Principi di Kirchhoff

I due principi di Kirchhoff, insieme alla legge di Ohm, rappresentano la base su cui nascono tutti i teoremi riguardanti i circuiti elettrici.

A fini pratici prenderemo in esame solo il primo principio.
Consideriamo un sistema composto da più conduttori percorsi da corrente e da una o più sorgenti di f.e.m. (generatori): tale sistema prende il nome di **rete** ed ogni conduttore prende il nome di **ramo della rete**. Il circuito è costituito da una disposizione in serie di elementi attivi (generatori) e passivi (resistenze) o, eventualmente, di un solo tipo di elemento.
I rami si incontrano in punti detti **nodi o diramazioni.**

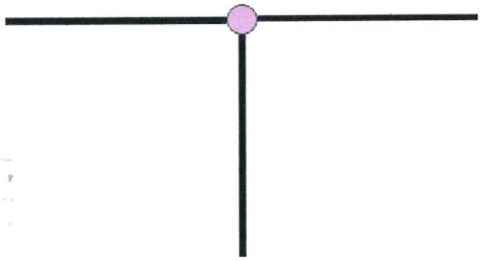


Figura 30: Schematizzazione di un nodo

Con il termine **NODO** elettrico intendiamo un punto nella rete in cui convergono almeno tre conduttori percorribili da corrente (figura 30).
Con il termine **MAGLIA** di una rete si intende un qualsiasi percorso chiuso tracciabile in una rete (figura 31).

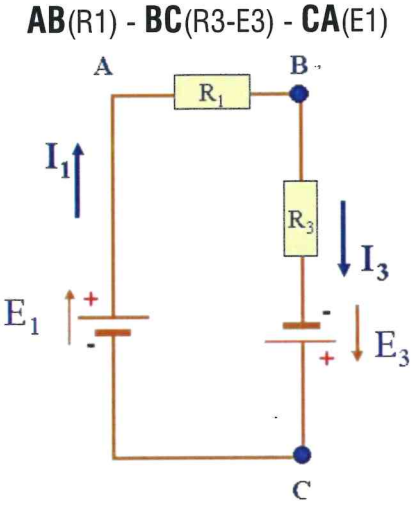


Figura 31: Schematizzazione di una maglia/ramo

Si definisce **RAMO** un tratto della rete compresa tra due nodi **B** - (R3-E3) - **C** (figura 31).

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

6.1 Primo principio di Kirchhoff

La Prima legge di Kirchhoff (legge dei nodi) afferma che:

La somma algebrica delle intensità di corrente entranti e uscenti nei rami facenti capo allo stesso nodo è nulla.

Tale principio può anche essere espresso dicendo che la somma delle correnti entranti ed uscenti dal nodo è nulla.

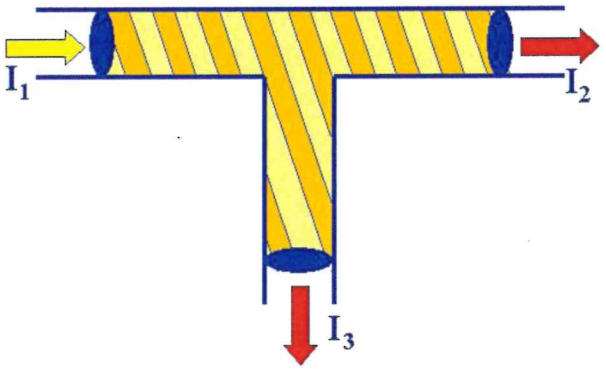


Figura 32: Correnti entranti e correnti uscenti da un nodo

Questo risultato si ottiene in considerazione del fatto che, per convenzione, i versi delle correnti entranti in un nodo si scrivono col segno + (positive) mentre quelle uscenti col segno – (negative), per cui se andiamo a sommare tutte le correnti presenti nel nodo si ottiene:

$$+I1 - I2 - I3 = 0$$

$$I1 = I2 + I3$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Il principio sopra descritto **è fondamentale per comprendere la dinamica delle correnti e dei sistemi di ricarica delle autovetture**. Questa conoscenza teorica come vedremo nei corsi specifici, permette di effettuare in modo corretto le verifiche nei sistemi batteria, avviamento e ricarica. Secondo il principio di Kirchhoff, la somma delle correnti in uscita (batteria + carichi) sarà uguale alla corrente in entrata (alternatore). Caso pratico può essere dato dalla figura 33. Si può notare che l'alternatore, tramite il proprio sistema di regolazione, eroga una corrente sufficiente (25A) a mantenere carica la batteria (5A) e nel contempo mantenere alimentati i carici elettrici presenti nella vettura (20A). Secondo il principio di Kirchhoff, la somma delle correnti in uscita (batteria + carichi) sarà uguale alla corrente in entrata (alternatore).

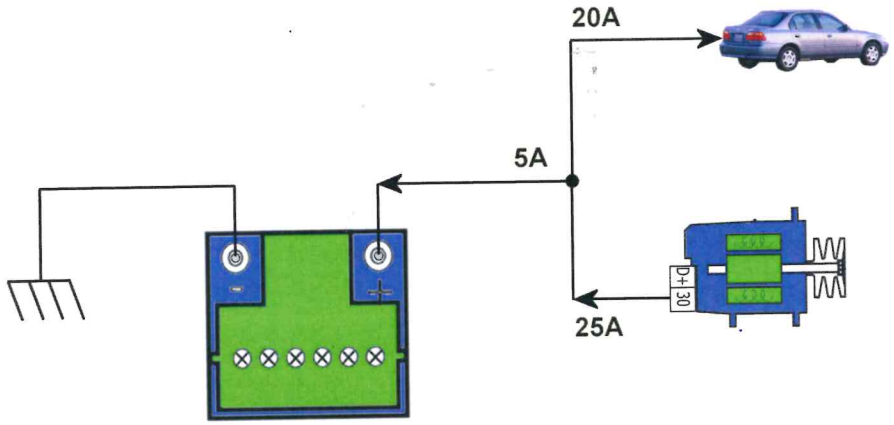


Figura 33

Conclusioni:

La quantità di carica che entra in un nodo è uguale alla quantità di carica che ne esce; in altre parole, nel nodo, non c'è accumulo nè diminuzione di carica. Per questo motivo, in un dato intervallo di tempo, la corrente entrante in un nodo è uguale alla somma di quelle uscenti.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

7. Il Circuito Elettrico (Collegamenti)

Si definisce **circuito elettrico e collegamento elettrico** ogni collegamento fisico fra due o più componenti elettrici, che comprende almeno un generatore di tensione, una linea elettrica di andata, un utilizzatore ed una linea di ritorno (figura 34).

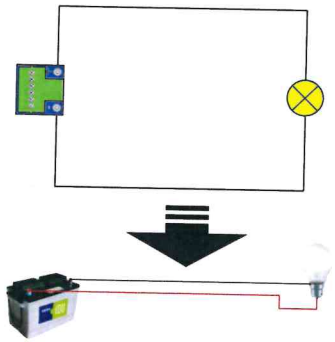


Figura 34: Circuito elettrico elementare

La corrente circola solamente se il circuito è completo di tutti i suoi componenti. A seconda del modo in cui sono collegati, i vari componenti possono definirsi collegati in serie o in parallelo.

7.1 Componenti in Serie

Si può parlare di componenti in serie quando i capi di questi sono collegati tra loro facendo parte quindi di un unico ramo di collegamento dove all'estremità esterna è applicata una tensione (figura 35).

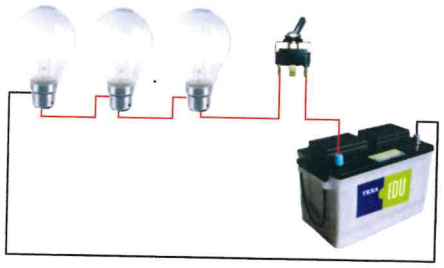


Figura 35: Collegamento in serie

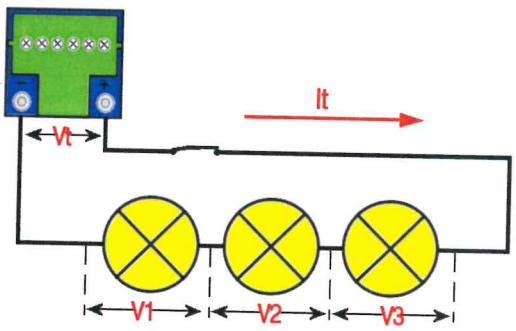


Figura 36: Schematizzazione del circuito

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

La caratteristica principale del collegamento in serie è che la corrente che circola nelle tre lampade è sempre la stessa. La somma delle cadute di tensione sulle singole lampadine, V1, V2, V3, sarà uguale alla tensione Vt presente ai capi della batteria

$$Vt = V1 + V2 + V3$$

Essendo la corrente uguale e presente in tutti i termini possiamo dividere tutto per I ottenendo :

$$Rt = R1 + R2 + R3$$

Esempio:
Il collegamento in serie delle lampadine dell'albero di natale. Una serie è costituita da 10 lampadine colorate, tutte aventi le stesse caratteristiche elettriche. Altrettanto vero è che se una di esse andasse in avaria (interruzione del filamento), l'intera serie smetterebbe di funzionare (interruzione del flusso di corrente nella serie).

7.1.1 Resistenze in Serie

Nel caso di n resistenze in serie, la resistenza totale è data dalla somma del valore delle singole resistenze.

$$Rt = R1 + R2 + R3 + \ldots + Rn$$

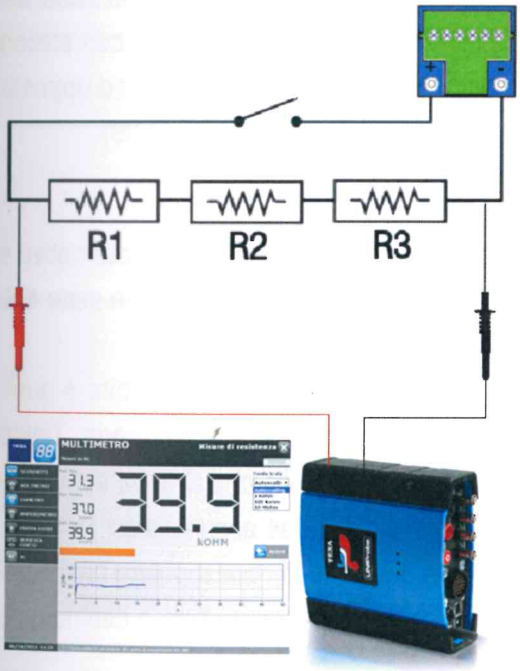


Figura 37

Nel campo dell'autoriparazione, le effettive applicazioni pratiche di questi circuiti possono essere, ad esempio, le resistenze impiegate per variare la velocità del ventilatore abitacolo e della ventola raffreddamento motore. E' importante notare però che molti dei guasti che si verificano negli impianti dei veicoli, come contatti ossidati, saldature "fredde", conduttori deteriorati, siano a tutti gli effetti delle resistenze in serie che si aggiungono agli utilizzatori provocandone un abbassamento di tensione e, spesso, un malfunzionamento.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Conclusioni:

Due o più resistenze sono collegate in serie quando sono attraversate dalla stessa corrente ed hanno in comune soltanto un terminale.

La resistenza totale (equivalente) è data dalla somma di tutte le resistenze.

La corrente richiesta al generatore diminuisce all'aumentare del numero delle resistenze.

7.1.2 Generatori in Serie

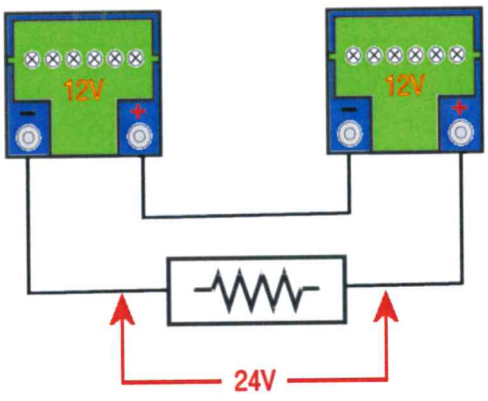


Figura 38: Collegamento in "Serie concorde"

Come per le resistenze, i generatori si comportano in modo analogo, infatti quando questi sono collegati in serie, i valori di tensione di tutti i generatori devono essere sommati algebricamente tra loro. Quando il polo negativo di un generatore è collegato al polo positivo di un altro generatore si dice che sono collegati in ***serie concorde***: difatti le tensioni dei due generatori sono disposte con lo stesso verso e quindi vengono sommate tra loro (figura 38). Al contrario si parla di ***serie discorde*** se i generatori sono collegati tramite i poli con stesso segno: in questo caso abbiamo le tensioni con verso opposto e quindi le tensioni si sottraggono tra loro (figura 39).

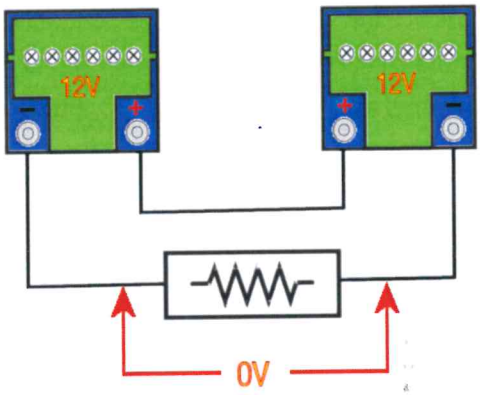


Figura 39: Collegamento in "Serie discorde"

Ovviamente la "serie" comunemente utilizzata in automotive è quella di tipo **concorde** con due o più generatori in serie che sommano la loro tensione totale.

La corrente massima che l'utilizzatore può assorbire è quella del generatore che fra i due ne può erogare meno. Tipico esempio di tale collegamento è quello che si trova sui veicoli industriali dove la tensione dei due accumulatori installati, sommata, diventa 24V e dove è preferibile montare batterie di un amperaggio uguale per non compromettere o diminuire la vita di entrambe.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

7.2 Componenti in Parallelo

In un circuito con componenti in parallelo le tensioni ai capi delle tre lampade è la stessa, mentre la corrente che le attraversa dipende dalla loro resistenza.

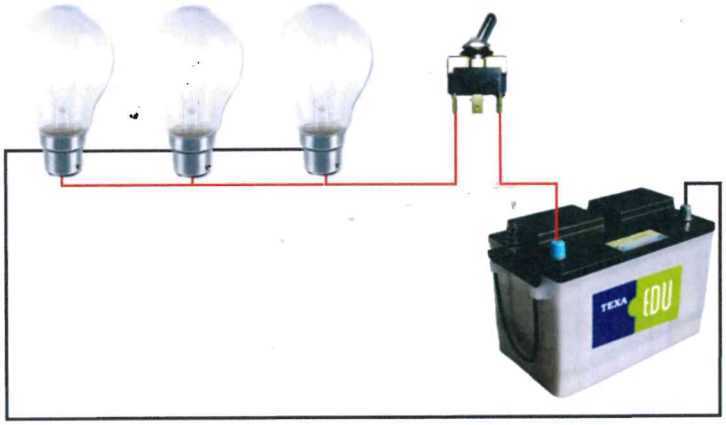


Figura 40: Esempio di collegamento in parallelo

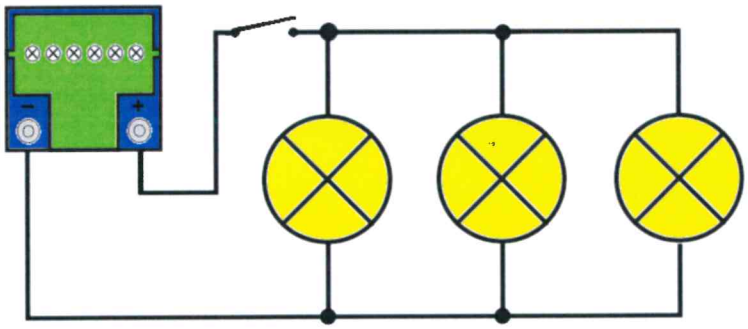


Figura 41: Schematizzazione del circuito

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

7.2.1 Resistenze in Parallelo

In un circuito con *n* resistenze collegate in parallelo è possibile calcolare la resistenza totale tenendo in considerazione che la tensione ai capi di ogni resistenza è la stessa (Vt) e che ogni resistenza è attraversata da una corrente determinata da:

$$In = \frac{Vt}{Rn}$$

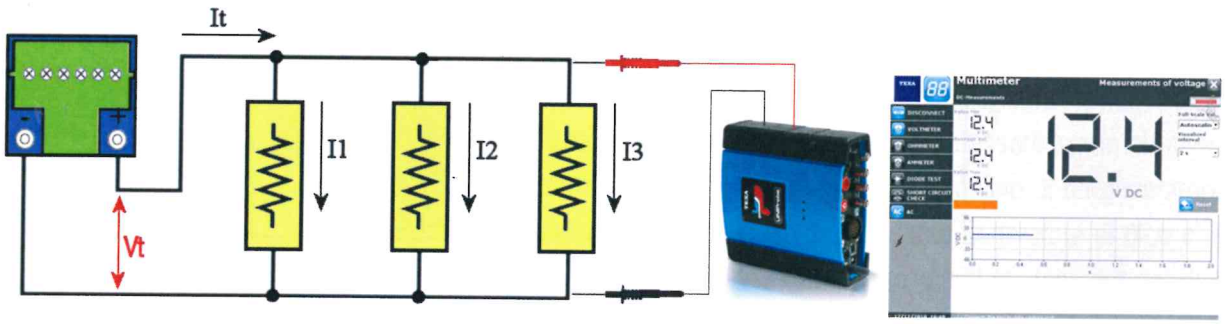


Figura 42

La grandezza che varia in un collegamento parallelo non è la tensione, che è uguale per tutte le resistenze, bensì la corrente in funzione della singola resistenza che percorre.

Attraverso la somma totale delle correnti che attraversano le resistenze:

$$It = I1 + I2 + I3 + \ldots + In$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

La formula per il calcolo della resistenza totale in parallelo è la seguente:

$$Rt = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots + \frac{1}{Rn}}$$

Da notare che, in generale, la resistenza totale avrà sempre un valore minore di quello relativo alla più piccola delle resistenze presenti.

Qualunque resistenza aggiungiamo in parallelo aumenta la possibilità degli elettroni di circolare, infatti riutilizzando l'analogia con un circuito idraulico, anche inserendo tubi di sezione ridottissima (resistenza alta) la portata sarà sempre maggiore della precedente (figura 43).

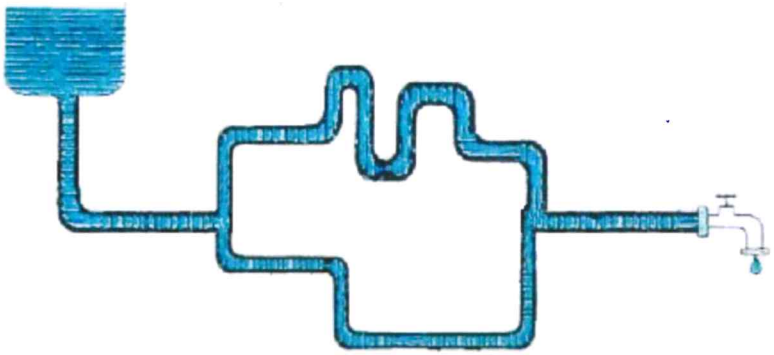


Figura 43

Un esempio di collegamento in parallelo è il montaggio di un cavo di massa motore aggiuntivo.
Dalla formula precedente viene ricavata una versione semplificata nel caso di un parallelo di due resistenze:

$$Rt = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Nel caso di due resistenze uguali in parallelo, la resistenza totale risulterà sempre la metà del valore delle singole resistenze. Esempio: se R1=R2=20Ω; allora Rt=10Ω.
Nell'automotive, i primi impianti di iniezione utilizzavano 4 iniettori da 16Ω collegati in parallelo, mentre in quelli più moderni, si utilizzano 4 iniettori da 4Ω collegati singolarmente.

Conclusioni:
Si dice che due o più resistenze sono collegate in parallelo quando sono sottoposte alla stessa tensione ed hanno in comune i due i terminali.
La resistenza totale è sempre inferiore alla più piccola fra tutte.
La corrente richiesta al generatore aumenta all'aumentare del numero delle resistenze.

7.2.2 Generatori in Parallelo

Nel caso di collegamento in parallelo la tensione ai capi dell'utilizzatore è la stessa ai capi dei generatori. Viceversa la corrente totale è data dalla somma delle correnti dei singoli generatori.

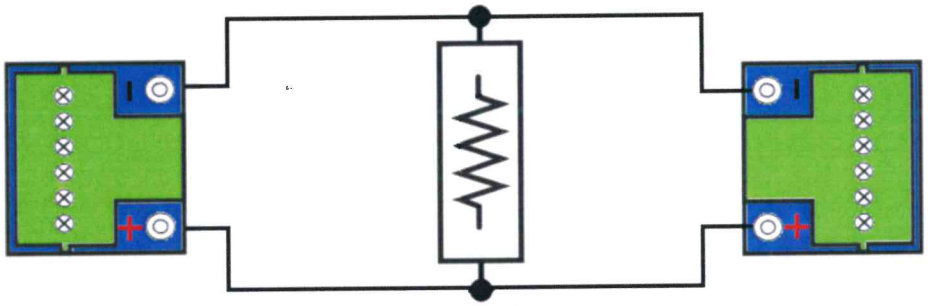


Figura 44

Una connessione di questo tipo è comunemente usata quando si effettua un avviamento di un automezzo con cavi batteria collegati ad un'altro veicolo. E' assolutamente necessario che in questo tipo di collegamento i generatori abbiano lo stesso valore di tensione per evitare che quello più piccolo venga visto come un carico resistivo da parte di quello più grande, provocando di conseguenza una veloce scarica di entrambi.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

8. Componenti Elettrici

In questo capitolo si andranno ad analizzare i principali componenti elettrici che generalmente trovano applicazione in campo automobilistico.

8.1 Interruttori

Per interruttori intendiamo quei dispositivi manuali capaci di aprire e chiudere un circuito elettrico. Concettualmente è un componente semplice, ma deve sempre rispondere a determinate caratteristiche, sopratutto in funzione dei diversi tipi di applicazione. In generale un **interruttore** deve garantire: l'isolamento dal circuito nei confronti di chi lo aziona; interrompere rapidamente l'arco elettrico che si manifesta all'atto dell'apertura del circuito per il fenomeno di autoinduzione; garantire che fra le due estremità del circuito, quando è in posizione di chiusura, non intervengano scariche elettriche, ecc...

Figura 45

Figura 46: Devio guida

Se queste proprietà dipendono esclusivamente dal costruttore, una delle scelte che spetta all'autoriparatore, soprattutto in caso di montaggio di un accessorio, è quella di installare un interruttore che riesca a sopportare l'assorbimento in corrente dell'optional installato. Tipico esempio è l'installazione di due faretti supplementari. Infatti, siccome nella maggior parte dei casi non è possibile far gravare sul devioluci di serie l'assorbimento aggiuntivo dei faretti stessi, pena l'eccessivo surriscaldamento dei suoi contatti, è necessario installare un interruttore e un relè (vedi cap. successivo) per il relativo pilotaggio.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

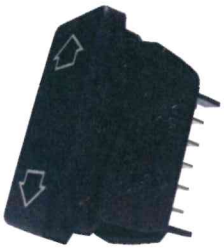


Figura 47: Pulsante

Altra tipologia di interruttore è il **pulsante** che si può considerare un contatto elettrico temporaneo determinato dalla pressione esercitata dalle nostre dita sul tasto, ad esempio: i pulsanti che vengono usati per alzare ed abbassare gli alza cristalli (figura 47) o quelli impiegati per l'inserimento dell'azionamento del freno motore e Retarder su veicoli MAN (figura 48).

Figura 48

8.1.1 Relè

Capita spesso, anche su mezzi di una certa classe, di dover post-montare degli optional non originali. È necessario fare attenzione nel caso di post-montaggi, alle correnti richieste dei vari circuiti elettrici da noi installati ed eventualmente, adeguare anche tutti i componenti di attivazione dell'optional stesso. Dal paragrafo degli interruttori, abbiamo appreso che bisogna assolutamente prendere in considerazione l'assorbimento di corrente che il nuovo componente richiederà se non vogliamo trovarci con spiacevoli conseguenze.

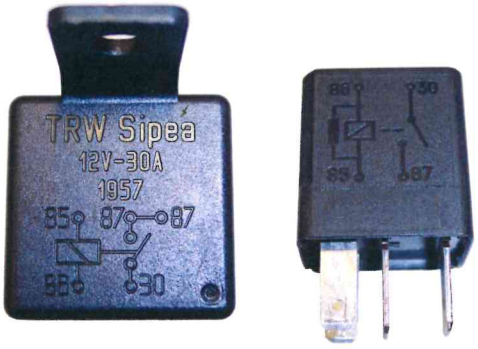


Figura 49

Anche la semplice sostituzione delle lampade dei fari anabbaglianti/abbaglianti con altre, aventi potenza superiori, deve essere effettuata tenendo in considerazione l'aumento dell'intensità di corrente che dovrà sostenere il circuito originale. Nella maggioranza dei casi, occorrerà l'installazione di un relè che sarà deputato a sostenere l'alimentazione delle lampade e sarà comandato dal circuito originale del veicolo.

Su tutti i veicoli circolanti, si può notare come anche considerevoli carichi elettrici siano attivati da interruttori molto piccoli. Affinché ciò possa accadere, bisogna inserire nell'impianto un componente chiamato **relé** che riesce ad alimentare un grosso carico elettrico attraverso una piccola corrente pilota. Esso è un componente composto da un'elettrocalamita e serve a chiudere o ad aprire dei contatti metallici sfruttando il principio secondo cui, facendo scorrere una corrente in un filo di rame, si origina un campo magnetico.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

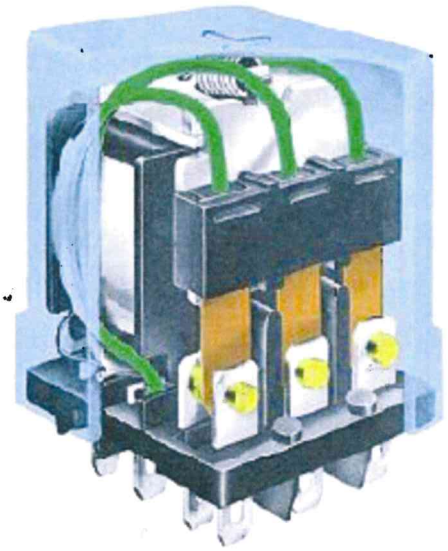


Figura 50: Relè

Avvolgendo un certo numero di spire attorno ad un rocchetto il flusso magnetico si rinforza tanto da riuscire ad attirare dei piccoli oggetti metallici (come avviene in una comune calamita). Più spire avvolgiamo attorno al rocchetto (o più tensione applichiamo ai capi della bobina) più forte sarà il flusso magnetico.
Per aumentarlo ulteriormente è sufficiente inserire, all'interno di questa bobina, un nucleo di ferro. Si realizza così una piccola elettrocalamita che attirerà piccoli oggetti metallici quando applichiamo una tensione ai capi della bobina e li rilascerà quando la tensione verrà a mancare.
Esternamente un relé si presenta come una scatolina metallica o di plastica completamente chiusa, dotata sul fondo di un certo numero di piedini aventi la forma di lamelle (figura 49): per usare correttamente il relé è necessario individuare la funzione di tali piedini.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

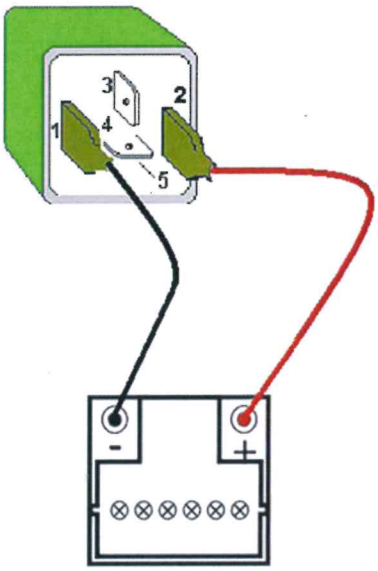


Figura 51

Nell'esempio di figura 51 la bobina corrisponde ai morsetti 1 e 2.
Se alimentiamo la bobina, sentiremo il rumore di uno scatto. Ad ogni scatto del relé corrisponde l'apertura e la chiusura del contatto contenuto all'interno dell'involucro; occorre quindi individuare quali sono i piedini che fanno capo a questo contatto. Usando ancora il tester, sempre in posizione "resistenza", con i puntali toccheremo i piedini 3 e 4: se sono quelli giusti, sul tester leggeremo resistenza infinita, ovvero "circuito aperto". Faremo poi scattare il relé, tenendolo collegato alla batteria: a questo punto, toccando con i puntali del tester i due piedini, dovremmo trovare resistenza zero, ovvero "contatto chiuso".
Se questo non avviene, vuol dire che i piedini non sono quelli giusti.

Il relé classico e più diffuso ha in genere sul fondo una serie di numeri come quelli in figura 52 che ci permettono di individuare i collegamenti che si dovranno effettuare. In caso di mancanza di numeri o codici di riferimento il sistema migliore è quello di usare un tester disposto per la misura di resistenze: ponendo in contatto i puntali del tester con i piedini del relé (due per volta), troveremo in certi casi resistenza zero, in altri resistenza infinita, ovvero circuito aperto. Solo in un caso troveremo una resistenza di valore prossimo a 60 o 70 ohm: occorre allora prendere nota di questi due piedini, perchè sono quelli a cui fa capo la bobina del relé.

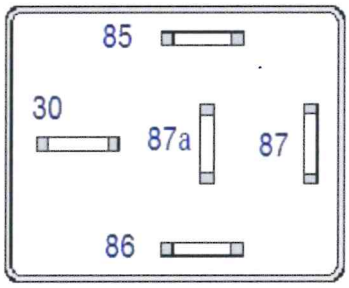


Figura 52

- **Piedino 30**: positivo fisso (batteria)
- **Piedino 87**: utilizzatore (faro abbagliante) contatto normalmente aperto (N.A.)
- **Piedino 85**: negativo fisso (batteria o carrozzeria)
- **Piedino 86**: positivo di comando (interruttore)
- **Piedino 87a**: non utilizzato nell'esempio, contatto normalmente chiuso (N.C.)

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

In figura 53 è rappresentato un esempio pratico di collegamento su di una vettura.

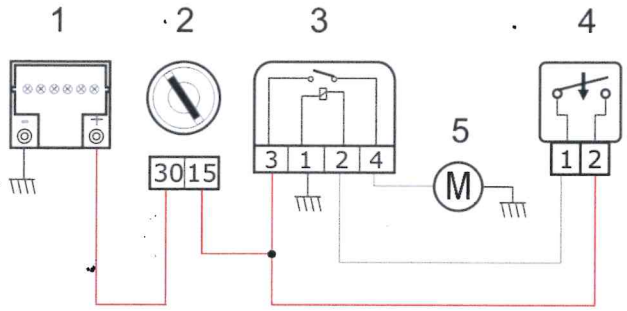
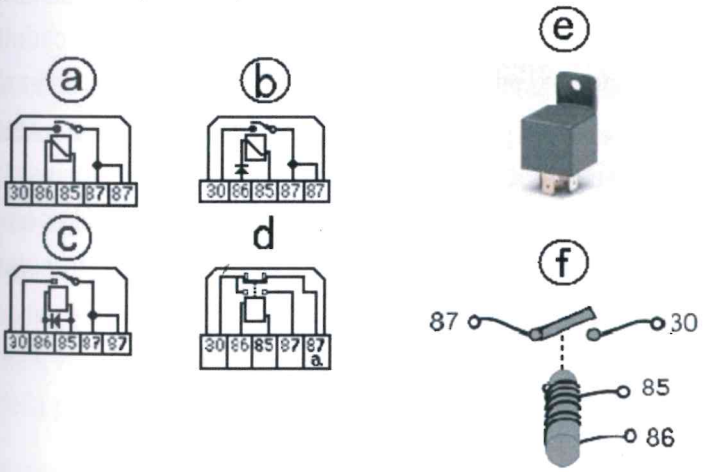


Figura 53

Abituarsi nelle applicazioni aggiuntive a collegare sempre il piedino 85 (pin 1 nel componente 3 di figura 53) del relè al negativo e quindi il piedino 86 (pin 2 nel componente 3 di figura 53) al positivo, questo garantirà un funzionamento corretto anche in presenza di un diodo interno. L'esempio di figura 53 rappresenta lo schema di collegamento che consente l'accensione della ventola di raffreddamento motore (5) in funzione della chiusura dell'interruttore a pressione (4 - interruttore).

Esistono in commercio nel settore automotive svariati modelli di relé (figura 54) ma che funzionano tutti in modo simile; per esempio, è molto utilizzato il **relé doppio** che non è altro che l'insieme di due relé montati nello stesso involucro (figura 55). Si ricordi di dedurne il funzionamento attraverso lo schema stampato in genere sulla parte superiore del contenitore.



Legenda:

a) Relé normale
b) Relé con diodo polarizzatore
c) Relé con diodo protezione
d) Relé deviatore
e) Aspetto fisico
f) Struttura semplificata (interna)

Figura 54: Schemi dei Relé comuni

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

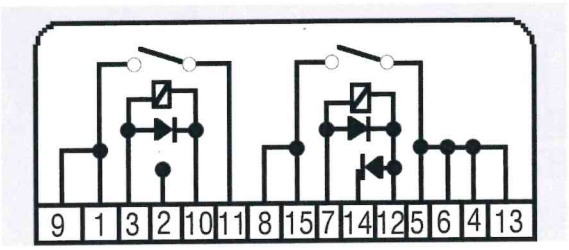


Figura 55a: Relé doppio

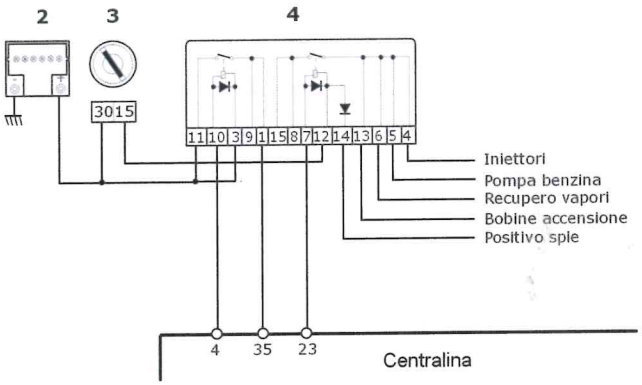


Figura 55: Esempio di collegamento di un doppio relé

8.2 Resistenze

Non tutti i materiali si comportano in maniera identica come già espresso nella sezione 1.4. Gli stessi conduttori possono, in maniera diversa uno dall'altro, far scorrere, con più o meno facilità, la corrente elettrica al loro interno. Questa caratteristica, come si è visto, dipende dalla resistività del materiale stesso. Nei circuiti elettrici si possono avere due esigenze contrapposte: la prima è di avere dei cablaggi o conduttori con valori resistivi bassi, l'altra è quella di avere delle tensioni specifiche, differenti da quelle di alimentazione o limitazioni nelle corrente circolanti. Il modo più semplice per soddisfare entrambe le esigenze è quello di inserire dei componenti che hanno delle resistenze calibrate in modo da creare delle cadute di tensione determinate. Naturalmente, il valore di una resistenza non è quantificabile senza un'attrezzatura adeguata: come si è visto precedentemente occorre avere perlomeno un ohmetro, ma per la stragrande maggioranza di componenti resistivi presente in commercio è possibile vedere il loro valore solamente con un colpo d'occhio.

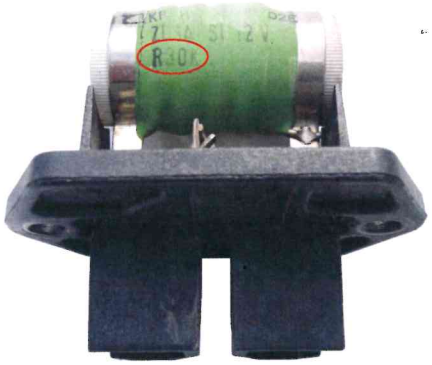


Figura 56

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Infatti le resistenze presentano delle fasce colorate definite da una norma che indica il loro valore ohmico (figura 57).

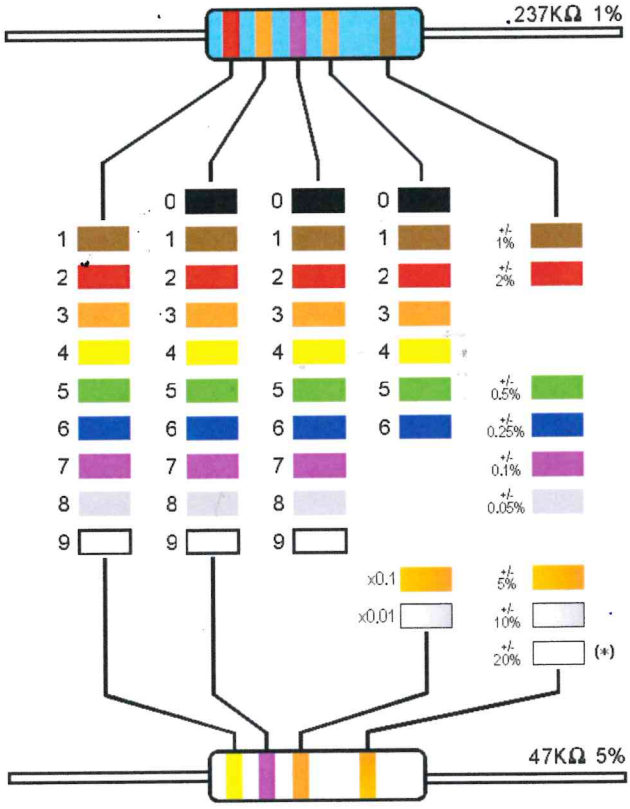
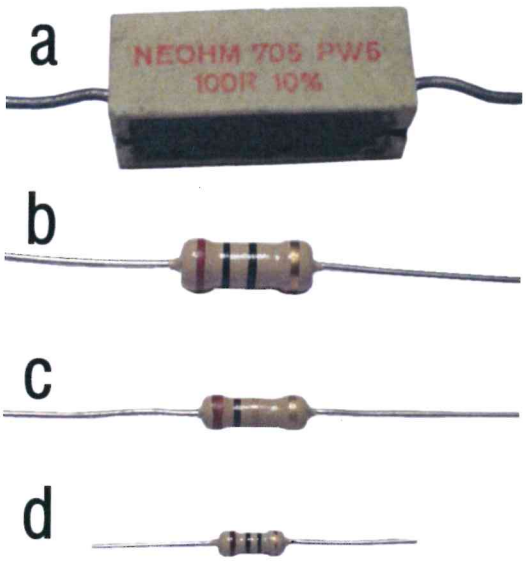


Figura 57: Tabella dei colori utilizzati per segnalare il valore della resistenza

In commercio è possibile trovare resistenze con cinque o quattro bande colorate. Le resistenze con cinque bande hanno un livello di precisione maggiore identificabile dalla quinta fascia (0,05 - 2%); le prime tre colorazioni, invece, equivalgono al valore della resistenza insieme alla quarta banda che indica il numero di zeri da aggiungere. In alcuni casi, soprattutto su resistori ceramici, è facile trovare il valore scritto in cifre seguito da una R maiuscola, dove la lettera indica la virgola che precede gli eventuali decimali: come ad esempio 36R=36Ω ; 1R2=1,2Ω oppure come in figura 56 R30=0,3 Ω (resistenza della prima velocità della ventola di raffreddamento). Possiamo notare quindi che le dimensioni della resistenza danno un'idea della potenza dissipabile in watt.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02



Legenda:
a) 100 Ω 10% 5W
b) 100 Ω 5% 1W
c) 10 Ω 5% 1/2W
d) 100 Ω 5% 1/4W

Figura 58: Tipologie costruttive di resistenze

8.2.1 Potenziometri

Un componente che trova molteplici applicazioni nel settore automotive è il potenziometro: questo è formato da una pista resistiva su cui poggia un contatto strisciante.
Il contatto strisciante è collegato ad un terzo terminale e divide la pista resistiva in due parti.
La resistenza effettiva dipende quindi dalla posizione del cursore.
Quando un potenziometro viene collegato solamente attraverso due piedini viene detto reostato (resistenza variabile).

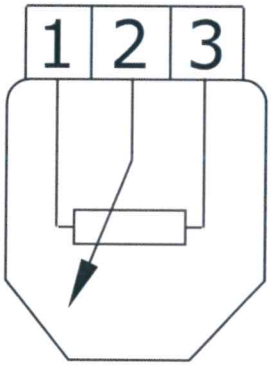


Figura 59

L'uso del potenziometro permette di trasformare per esempio, una posizione angolare in un corrispondente valore di tensione.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Figura 60: Piste potenziometriche

Legenda:

a) Farfalla sistema iniezione benzina

b) Pedale acceleratore Common Rail

8.2.2 Sensori NTC

Nel settore automotive, le centraline di controllo di tutti gli impianti di gestione elettronica, grazie alle variazioni di resistenza, ricavano le grandezze fisiche utili al loro corretto funzionamento.

Un esempio di resistenza variabile è il sensore di temperatura motore (figura 60a) che, modificando la sua resistenza al variare della temperatura, permette alla centralina di conoscere in modo indiretto il grado termico del motore. Questo tipo di resistenze vengono chiamate **NTC** (**N**egative **T**emperature **C**oefficent) poichè il valore della loro resistenza scende con l'aumentare della temperatura (tabella 12). Possono essere impiegati anche sensori di tipo PTC (Positive Temperature Coefficent), così denominati poichè, al contrario degli NTC, la loro resistenza aumenta con l'aumentare della temperatura (figura 61a; 61b).

Temperatura (°C)	Resistenza (KΩ)
-10	9.6
0	5.9
10	3.8
20	2.5
40	1.1
60	0.6
90	0.2
120	0.1

Tabella 12: Andamento valori di una resistenza NTC

Figura 61a: Sensore Temperatura acqua

Figura 61b: Sensore Temperatura aria

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

La loro particolare caratteristica fisica rispetto alle normali resistenze è dovuta dal fatto che all'interno del materiale conduttore sono presenti impurità realizzate con materiali semiconduttori.

I sensori NTC sono alimentati dalle centraline con una corrente costante. Per questo motivo la tensione ai loro capi si modificherà seguendo le variazioni di temperatura (figura 62).

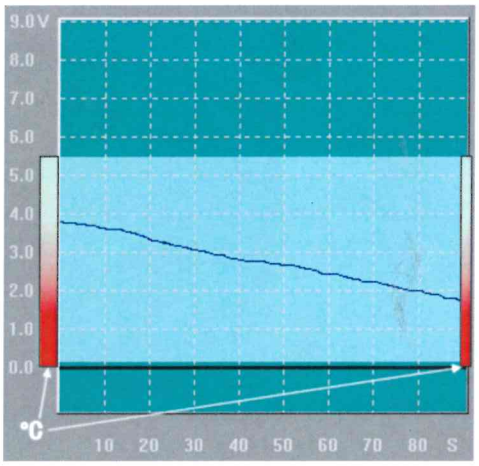


Figura 62

8.3 Condensatori

Il condensatore è un elemento in grado di accumulare cariche elettriche e di restituirle successivamente.

E' composto da due lamine di metallo chiamate **armature** separate da un materiale dielettrico: queste "immagazzinano" delle cariche elettriche finché la *differenza di potenziale* ai capi del condensatore non raggiunga il valore della tensione applicata. Infatti collegando ad un generatore i capi di un condensatore ha inizio il trasferimento di cariche elettriche (elettroni) da una armatura all'altra (figura 63).

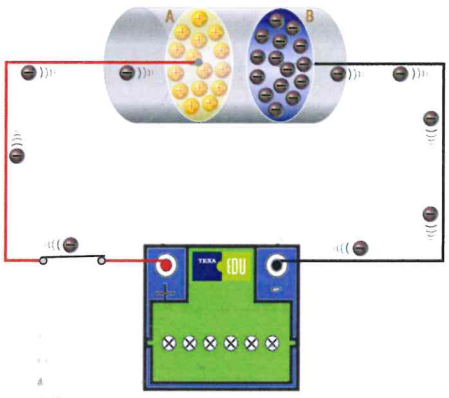


Figura 63

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Come conseguenza, tra i morsetti del condensatore è presente una tensione che cresce man mano che le cariche si accumulano sulle armature. Questo fenomeno di immagazzinamento dell'energia cessa quando la tensione ai terminali del condensatore raggiunge il valore della forza elettromotrice applicata, come descritto dal grafico (figura 64).

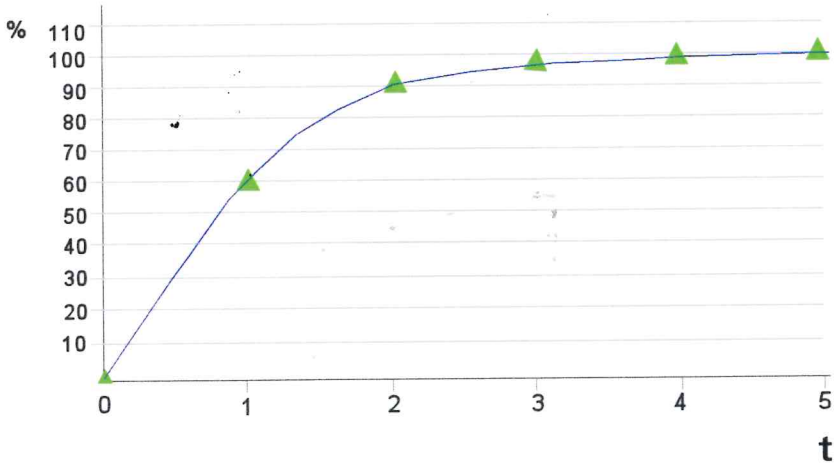


Figura 64: Grafico che rappresenta l'andamento della carica

Una volta che il condensatore si è caricato, si avrà, come indicato in figura 63, mancanza di elettorni sull'armatura **A** e quindi una predominanza di cariche positive definita di conseguenza a potenziale positivo; mentre, sull'armatura **B** ci sarà una predominanza di elettroni definita di conseguenza a potenziale negativo. La tensione (la carica) viene mantenuta anche se si scollega il condensatore del generatore (nell'ipotesi di condensatore ideale, senza perdite).

Al contrario del circuito di figura 63, se viene staccata l'alimentazione della batteria e le armature vengono collegate tra di loro per mezzo di una resistenza, avviene la "scarica" del condensatore, cioè avviene un riequilibrio delle cariche elettriche e la tensione scende fino a zero (l'energia che era accumulata nel condensatore si dissipa nella resistenza R).
Durante il processo di scarica, il verso della corrente (ovvero il verso del movimento degli elettroni) è l'opposto rispetto al processo di carica, poichè gli elettroni in eccesso sull'armatura **B** si sposteranno sull'armatura **A** fino ad avere equilibrio energetico (figura 65).

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

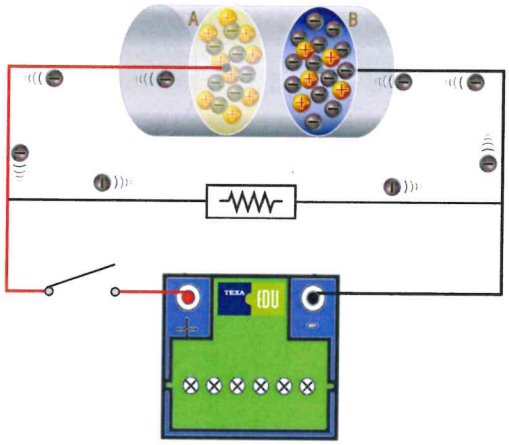


Figura 65

Ne consegue un discesa della tensione ai capi del condensatore simile a quella presente nella figura 66.

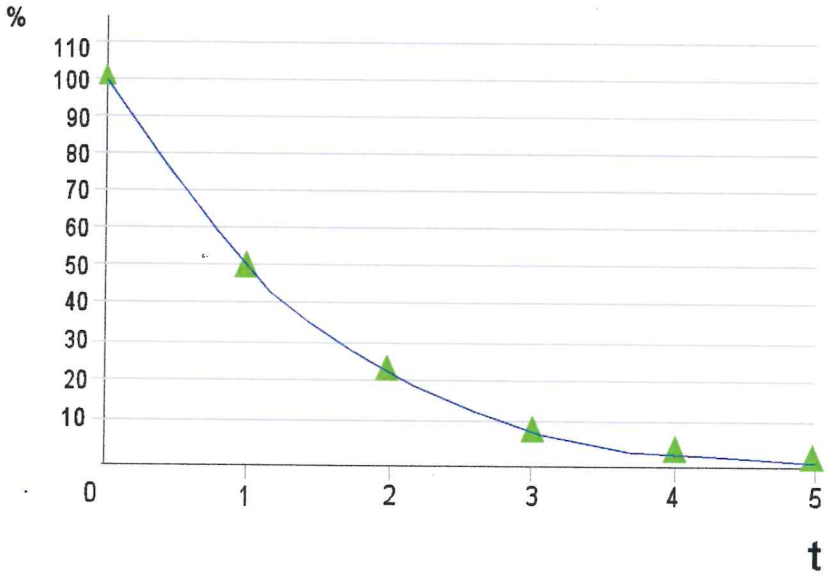


Figura 66: Grafico della scarica del condensatore

Nell'ambiente Automotive è importante notare che, dopo lo stacco della batteria, prima di intervenire su impianti particolari come l'Airbag, è necessario attendere qualche minuto per la scarica dei condensatori presenti nelle centraline.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Si può comprendere che la corrente che circola nel circuito è inizialmente massima, limitata solo dalla resistenza e che essa diminuisce man mano che il condensatore si scarica (perchè diminuisce la differenza di potenziale tra le armature ed i poli del generatore), avremo i seguenti grafici di carica (figura 67a) e di scarica (figura 67b).

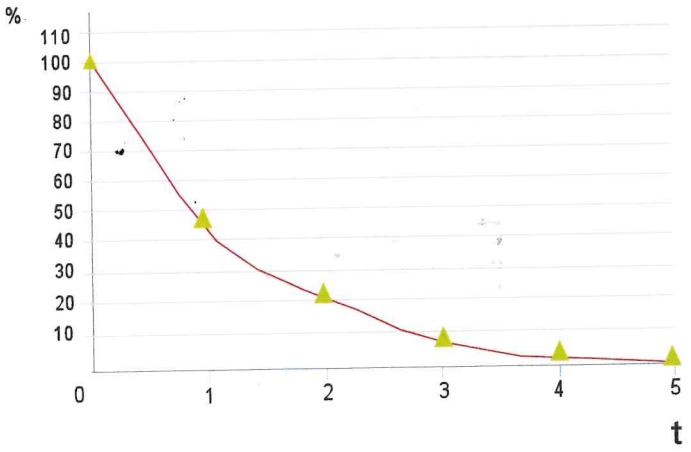


Figura 67a: Andamento della corrente durante la carica

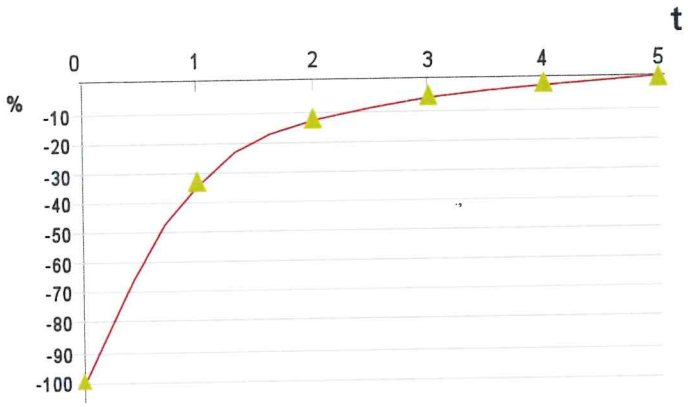


Figura 67b: Corrente durante la scarica

Dai grafici si nota che inizialmente la corrente è massima e che poi decresce man mano che il condensatore si carica; è importante notare che il verso della corrente durante la scarica è l'opposto di quello che si ha durante la carica.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

La grandezza fisica che indica la proprietà di un condensatore a compiere il processo energetico appena descritto viene chiamata **capacità**. Il valore della capacità, che è direttamente proporzionale alla superficie delle armature ed inversamente proporzionale alla loro distanza, dipende anche dalla natura del **dielettrico**, cioè del materiale isolante posto tre le due armature. Il dielettrico può essere liquido, solido o gassoso.

L'unità di misura della capacità è il **Farad**. Nella pratica vengono impiegati i suoi sottomultipli:

Capacità - F = Farad
1 mF (milli farad) =0,001 F
1 μF (micro farad) = 0,000001 F
1 nF (nano farad) = 10^{-9} F
1 pF (pico farad) = 10^{-12} F

Tabella 13

I condensatori, a seconda del loro dielettrico, possono essere ceramici, a mica, poliesteri, ad aria, ecc...
Di un condensatore oltre al valore della capacità è importante conoscere anche la tensione di lavoro (V_L).

INFO *La tensione di lavoro dipende dal tipo e dallo spessore del dielettrico e rappresenta il valore di tensione massima a cui può essere sottoposto il condensatore per funzionare correttamente. Se si supera la tensione di lavoro il dielettrico può forarsi determinando il passaggio delle cariche elettriche tra le armature fino ad arrivare ad un cortocircuito tra le stesse.*
Esempio in cui si "fora" il dielettrico è il caso delle candele d'accensione dove, l'applicazione di una tensione talmente elevata (circa 15KV) riesce a perforare il dielettrico (la miscela aria benzina), permettendo quindi lo scoccare della scintilla per il passaggio degli elettroni della massa al punto positivo (elettrodo centrale).

Un tipo particolare di condensatore è quello elettrolitico al cui interno c'è un liquido conduttore: il cosiddetto elettrolita. Questo tipo di condensatore ha la caratteristica di possedere un'elevata capacità e dimensioni ridotte, ma anche quella di doverlo collegare rispettando la polarità dei terminali. Difatti se un condensatore elettrolitico viene collegato al circuito con le polarità invertite può letteralmente esplodere. É necessario, pertanto, prestare la dovuta attenzione nell'effettuare tale operazione.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Simbologia su schemi elettrici:

a = Condensatore
b = Condensatore Elettrolitico

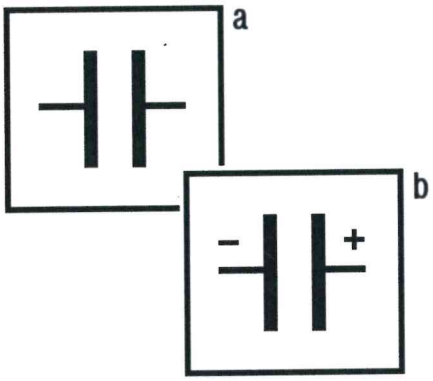


Figura 68

Anche i condensatori, come i resistori, possono essere collegati in serie o in parallelo al fine di ottenere valori specifici.

Figura 69

Ma a differenza dei resistori, la capacità equivalente totale di più condensatori in serie è uguale all'inverso della somma degli inversi delle singole capacità:

$$Ceq = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3}}$$

Comunque la capacità equivalente sarà sempre inferiore alla più piccola delle capacità che compongono la serie.

La somma delle tensioni ai capi dei condensatori in serie, sarà uguale alla tensione totale applicata al circuito:

$$V1 + V2 + V3 = Val$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

La capacità totale (collegamento in parallelo) è data dalla somma delle singole capacità:

$$Ct = C1 + C2 + C3$$

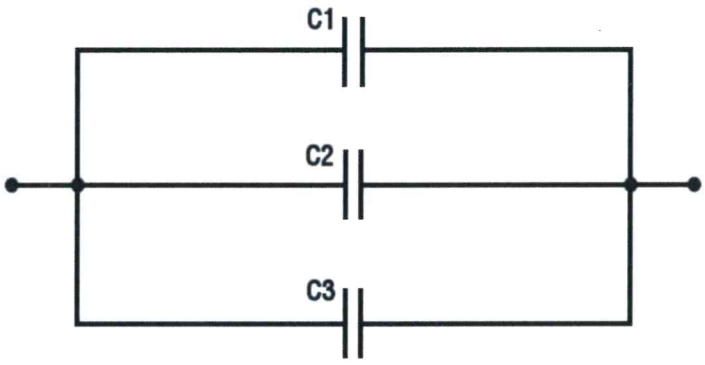


Figura 70

L'applicazione del condensatore, negli impianti di accensione tradizionali, si rendeva necessaria per preservare i contatti del vettore. Il condensatore infatti era deputato ad immagazzinare energia nell'istante in cui avveniva l'apertura dei contatti. Ciò per evitare il deterioramento degli stessi dovuto al salto di scintilla che si generava tra i contatti in assenza del condensatore.

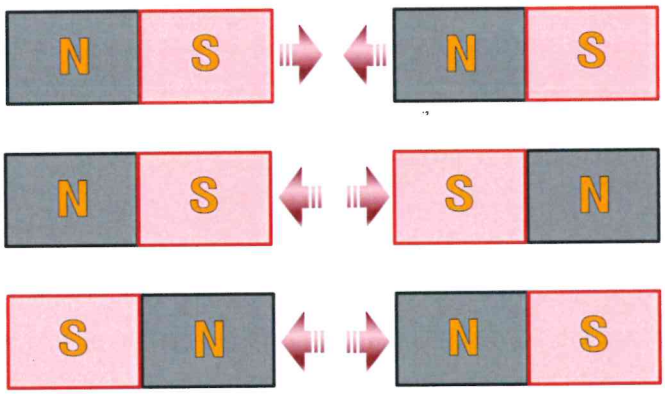
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

9. Magnetismo

Esistono in natura un certo numero di materiali, in generale minerali di ferro, i quali possiedono la proprietà di attirare a se materiali di natura ferrosa: in particolare questa caratteristica è posseduta dalla magnetite. In generale i materiali, con riferimento al loro comportamento magnetico, posssono essere classificati come:

- Diamagnetici -> Senza proprietà magnetiche
- Paramagnetici -> Con scarse proprietà magnetiche
- Ferromagnetici -> Alte qualità magnetiche

Le sostanze non magnetizzabili, cioè che non vengono attirate per induzione magnetica sono: legno, plastica, cemento, gomma, ecc... mentre le sostanze fortemente attirate per induzione sono i metalli ferrosi in genere.
In ogni magnete si distinguono due zone terminali dette **polo nord** e **polo sud**. Le caratteristiche dei magneti rispecchiano analogamente quelle delle cariche elettriche: poli omonimi si respingono, poli contrari si attraggono (figura 71).



Nel caso si avvicini un magnete ad un materiale ferromagnetico, fra essi si esercita solamente una forza di attrazione. Questo perchè il materiale ha la caratteristica, in presenza di un polo magnetico, di modificare la propria struttura interna dando orgine ad un polo magnetico opposto a quello del magnete. Tale fenomeno è detto **induzione magnetica**.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

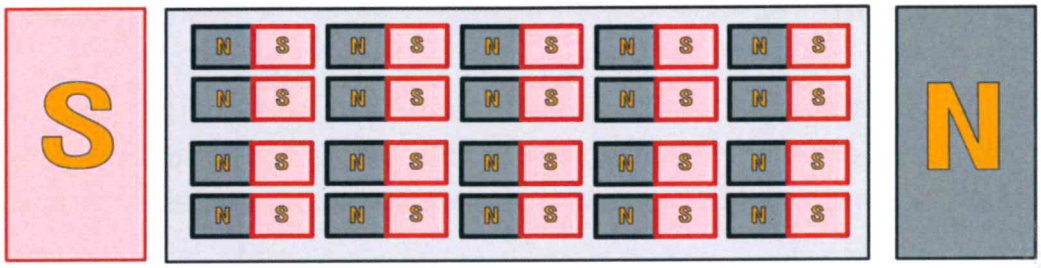


Figura 72

Per comprendere meglio il fenomeno dell'induzione magnetica si può considerare un pezzo di materiale ferromagnetico costituito da tanti piccoli magneti disposti disordinatamente al suo interno. L'effetto di avvicinare un magnete esterno è quello di attirare i "magnetini" interni che tendono a disporsi lungo la propria linea d'azione. Il risultato di queste linee di forza è la creazione di un polo contrario rispetto all'estremità più vicina al magnete, mentre l'altro polo si creerà all'estremità opposta del pezzo di materiale ferromagnetico (figura 72).

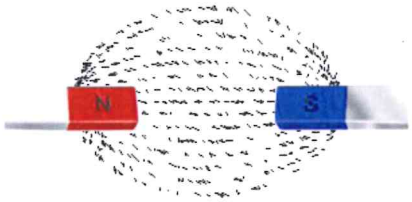


Figura 73

Questo induce a pensare che la presenza del magnete comporti la modifica dello spazio circostante. Viene infatti generato un **campo magnetico** la cui direzione può essere rappresentata mediante linee di forza. La densità delle linee serve inoltre a determinare l'intensità del campo stesso (figura 73). Si può quindi affermare che lo spazio sia stato magnetizzato. Queste linee di forza, anche se non si vedono, si possono visualizzare comunque provando a mettere della limatura di ferro vicino a due magneti (figura 73), si potrà notare che il ferro si dispone secondo delle linee che vanno da un polo all'altro. Le linee di forza corrono dal Nord al Sud all'esterno del magnete e dal Sud al Nord al suo interno (figura 74).

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

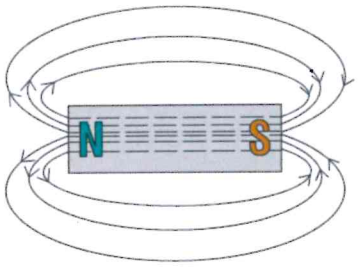


Figura 74

Analogamente, si è visto che un filo percorso da una corrente continua genera intorno a sé un'induzione magnetica. Se si guardasse un filo sottoposto ad una tensione e quindi percorso da una corrente, la forma delle linee di forza del campo magnetico che si creerebbe sarebbe di tipo circolare ed il loro andamento sarebbe orario con la corrente vista in uscita (da dietro) (figura 75).
Quindi le proprietà manifestate dai magneti permanenti possono anche essere realizzate utilizzando dei circuiti elettrici che, se percorsi da corrente, manifestano un campo magnetico dipendente dal verso della corrente e dalla quantità di quest'ultima.

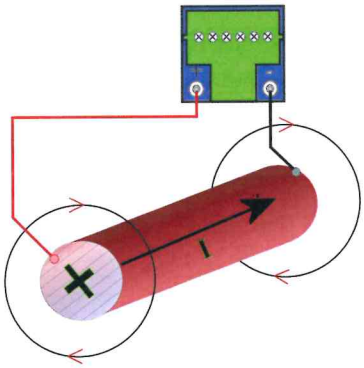


Figura 75

Avvolgendo più volte il medesimo conduttore in modo da costituire diverse spire è come se si mettessero in fila tanti magneti: il risultato è che, globalmente, si forma un unico magnete con le polarità N e S alla sue estremità come in ogni magnete naturale ottenendo in tal modo il cosiddetto **solenoide** o **bobina**.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

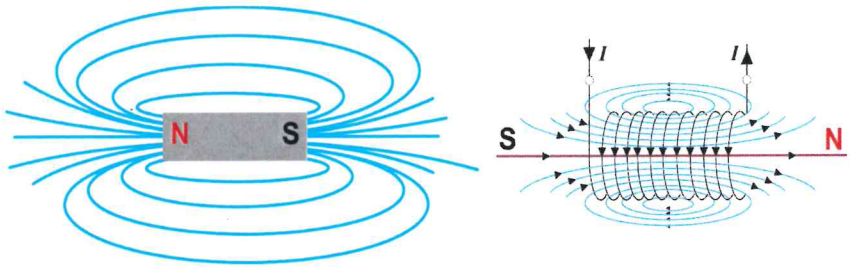


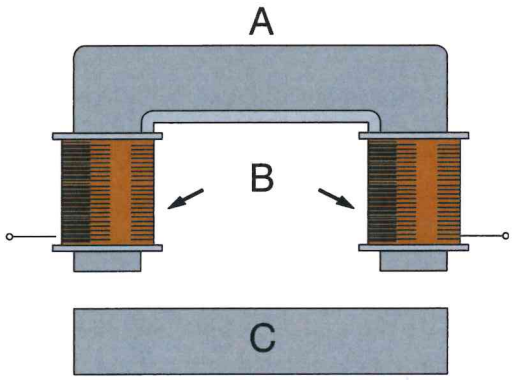
Figura 76: Linee di forza di campi magnetici di un magnete permanente e di un solenoide

Ora, se all'interno di un solenoide viene messa una barretta di materiale ferromagnetico si può vedere, analogamente a quello che si era visto in precedenza, che la forza con cui attrae le limature di ferro aumenta notevolmente nella spazio circostante rispetto a prima con la barretta mancante. E' ragionevole quindi affermare che questa differenza sia dovuta alla presenza del nucleo ferromagnetico e che questo si magnetizza molto più facilmente dell'aria quando il solenoide era vuoto. Si possono notare poi con diversi tipi di altri materiali o leghe effetti più o meno intensi.

Nella pratica il solenoide con il nucleo ferromagnetico prende il nome di **elettromagnete** (figura 77).

Il campo magnetico creato, regolabile in intensità tramite la corrente, cessa al cessare di questa.

E' quindi possibile utilizzare tale dispositivo come elettrocalamita per l'attrazione e il rilascio di corpi metallici tramite un interruttore come ad esempio la gru elettromagnetica; oppure un componente molto comune nell'officina è il **relé** che permette, tramite il comando magnetico, di influenzare un interruttore in modo tale da aprire o chiudere un circuito elettrico di potenza più elevata (vedi capitolo 7.1.1).



A) Nucleo ferromagnetico
B) Avvolgimenti elettrici
C) Ancora metallica

Figura 77

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Altra caratteristica della bobina è quella che se questa viene attraversata da una corrente variabile si formerà nei suoi dintorni un campo magnetico proporzionalmente variabile. Questo campo magnetico induce a sua volta una tensione nella bobina stessa, tale proprietà viene chiamata **autoinduttanza**.
La caratteristica della tensione indotta e che questa è di segno sempre opposto alla variazione che l'ha causata.
Chi causa il campo magnetico è quindi la tensione indotta? Come detto nei paragrafi precedenti è la corrente che attraversa la bobina, l'elemento che causa il campo magnetico.
Quando la corrente aumenta, attraverso la bobina si sviluppa una tensione autoindotta (-Va), la quale è contrapposta alla corrente (I), e quindi tende ad ostacolarne la crescita (figura 78).

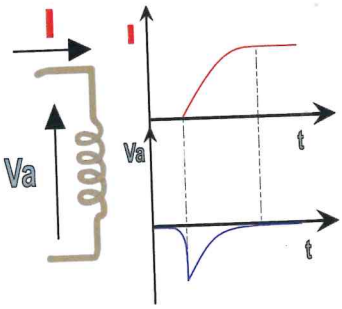


Figura 78

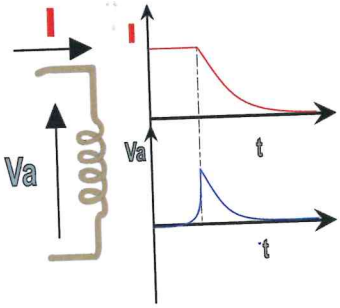


Figura 79

Se invece si ha una diminuzione della corrente (I), attraverso la bobina si sviluppa una tensione indotta (+Va), la quale agisce nella medesima direzione della corrente e quindi frena la diminuzione della stessa (figura 81).

Esempio:
nel campo automotive, il picco di tensione che si nota nel segnale degli elettroiniettori è dovuto alla tensione di autoinduzione che si verifica al termine della fase di iniezione quando la centralina interrompe il comando di apertura

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

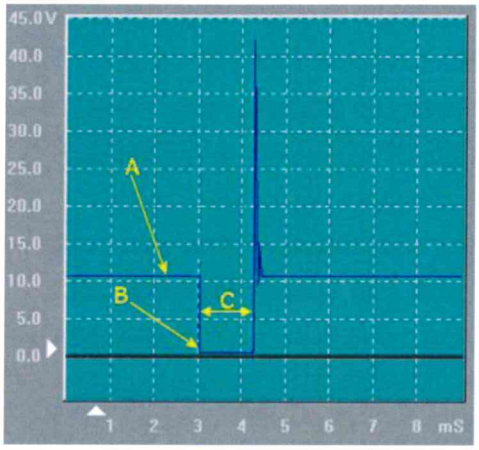
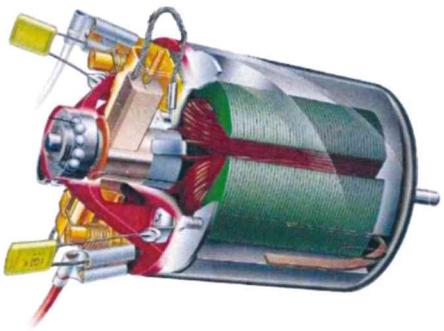


Figura 80

9.1 Il motore elettrico a corrente continua



Vogliamo ora esaminare quali tipi di azioni meccaniche si manifestano per effetto di campi magnetici. Come abbiamo visto in precedenza tali forze esistono sia sui materiali magnetici che tramite avvolgimenti attraversati da una corrente. Quindi per entrambi vale la regola che due poli omonimi si respingono e due poli opposti si attraggono.

Basandosi su quanto appena detto, definiamo che il motore a corrente continua è una macchina elettrica in grado di trasformare l'energia elettrica fornita ai suoi morsetti in energia meccanica utilizzabile sull'albero.

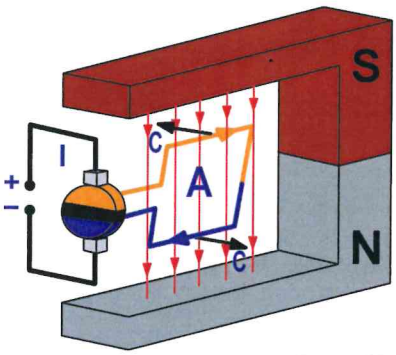


Figura 81

Se si trasmette ai terminali dell'indotto una tensione continua, si dà origine ad una corrente di indotto (**I**) che a sua volta produce un flusso magnetico. Quando la spira è disposta parallelamente al campo induttore (**A**), ossia non abbraccia il flusso prodotto da quest'ultimo, essa si può considerare un elettromagnete con i poli disposti perpendicolarmente a quelli dell'induttore. Pertanto si genera una coppia meccanica (**C**) che tende a far ruotare la spira fino a quando questa non si trovi su di un piano perpendicolare al campo induttore (figura 81).

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Quando però la spira ha raggiunto la nuova posizione (**B**) essa non ruoterà più, ed il verso della corrente nell'indotto si invertirà a causa della disposizione delle spazzole (figura 82) e quindi la spira sarà sottoposta ad una nuova coppia che la farà ruotare comunque nello stesso verso (figura 83).

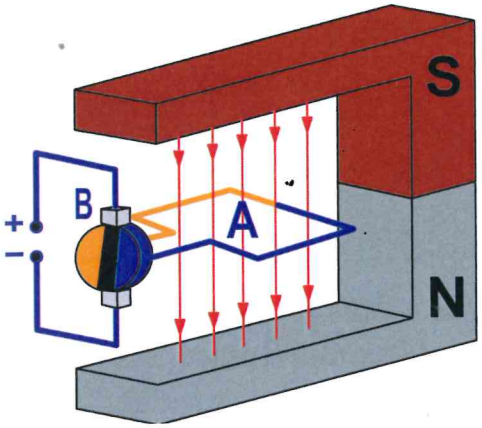


Figura 82

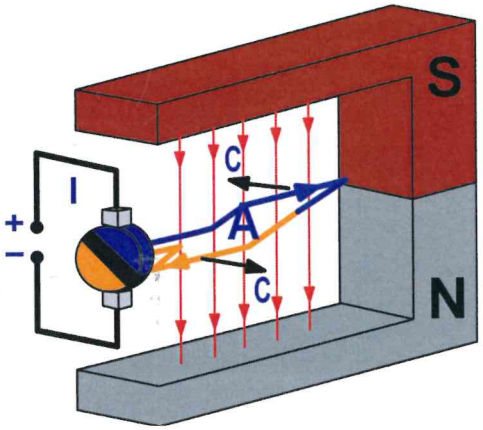


Figura 83

Per invertire il verso, è necessario invertire la corrente nell'indotto oppure il flusso nell'induttore

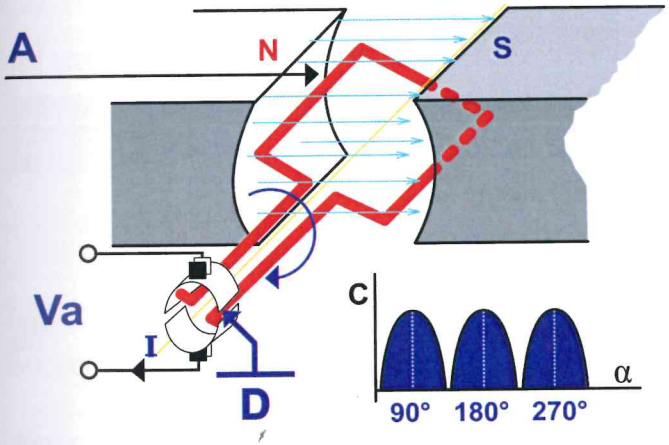


Figura 84

Legenda:

A) Campo magnetico costante.

D) Punto in cui avviene l'inversione di corrente nella spira.

Va) Tensione di alimentazione della spira.

C) Andamento della coppia meccanica prodotta.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

9.2 Il generatore di tensione alternata

Figura 85

Finora si è considerato esclusivamente tensioni continue, tensioni, cioè, che non subiscono variazioni di valore nel tempo (tipico esempio di una tensione continua è quella prodotta dalle batterie degli automezzi: la vediamo visualizzata in figura 85 attraverso una rilevazione con l'oscilloscopio). Le tensioni disponibili nei veicoli possono avere però anche caratteristiche e andamento differenti. In questo caso si parla di tensioni alternate. Vediamo come può essere prodotta una tensione alternata da un generatore.

Come prima cosa per poter parlare di tensione alternata prima si deve prendere in esame le regole che descrivono i comportamenti dei conduttori all'interno di un campo magnetico.

Se ad esempio abbiamo un cavo conduttore rettilineo immerso in un campo magnetico e lo si sposta lungo una direzione perpendicolare all'induzione magnetica in modo che questo vada a tagliare diverse linee di flusso (figura 86), le cariche elettriche presenti subiranno una forza che le sposterà. Si avrà così per tutto il tempo di durata del moto del conduttore, un addensamento di cariche negative ad una estremità e, di conseguenza, un addensamento di cariche positive all'estremità opposta. Il fenomeno prende nome di **induzione elettromagnetica**. Si è creata di conseguenza ai capi del conduttore una tensione elettrica chiamata **forza elettromotrice indotta**: applicando tale tensione ad un utilizzatore si ha un passaggio di corrente. Ogni volta che il moto si arresta si annulla la tensione indotta e la corrente. Il conduttore in moto si comporta a tutti gli effetti come un generatore di tensione.

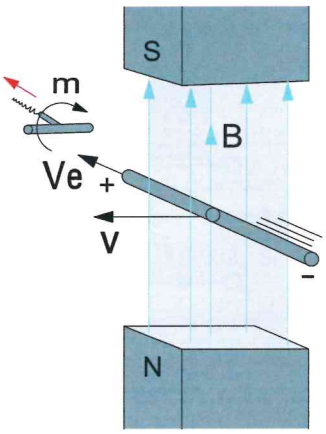


Figura 86

Legenda:

(B) Campo magnetico
(Ve) Tensione Indotta
(v) Velocità di spostamento
(m) Verso della corrente

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Come si è detto sfruttando questi fenomeni magnetici è possibile generare correnti. Facendo ruotare una spira con velocità costante in un campo magnetico uniforme si avrà, ai capi della spira stessa, una f.e.m. indotta alternata sinusoidale.
Quando la spira è perpendicolare alla direzione del flusso la f.e.m. è nulla (figura 87).

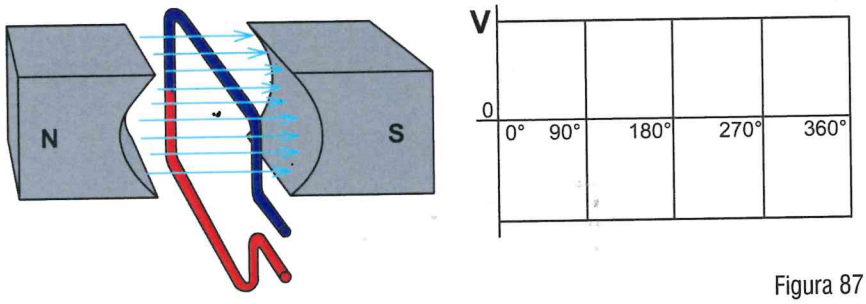


Figura 87

Viceversa con la spira parallela al flusso la f.e.m. sarà massima con una corrente che circolerà nella spira in senso orario (figura 88).

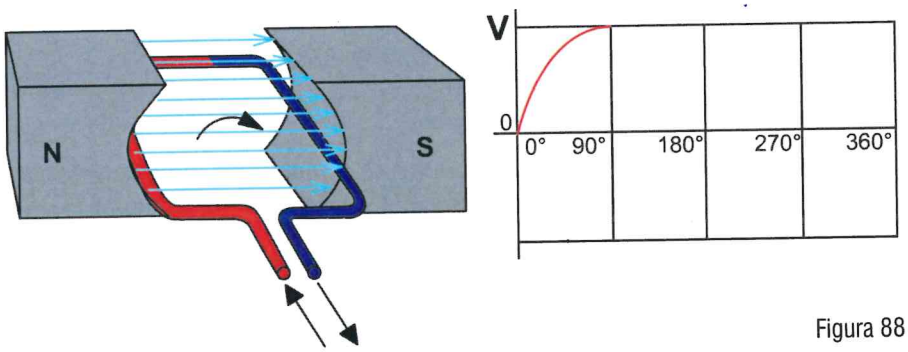


Figura 88

Continuando la rotazione, la f.e.m. calerà fino a raggiungere lo zero quando la spira sarà nuovamente perpendicolare al campo (figura 89).

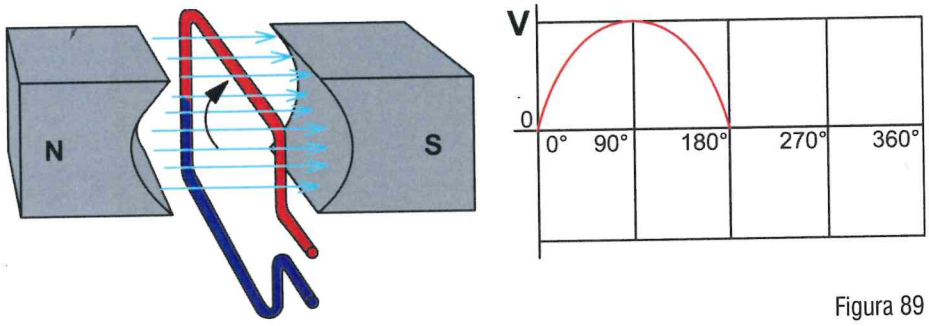


Figura 89

Nella sua rotazione la spira si riporrà parallela al flusso, raggiungendo nuovamente il suo picco massimo, ma stavolta col segno negativo dovuto alla proprietà dell'autoinduttanza (vedi paragrafo relativo ai motori elettrici a corrente continua). Secondo tale proprietà, la corrente indotta ha un verso tale da produrre un campo magnetico che tende ad opporsi alla variazione del campo magnetico che l'ha generata. Infatti nel frattempo la spira ha ruotato di 180 gradi e quindi ai suoi estremi la corrente sarà invertita di polarità rispetto alla rilevazione precedente.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

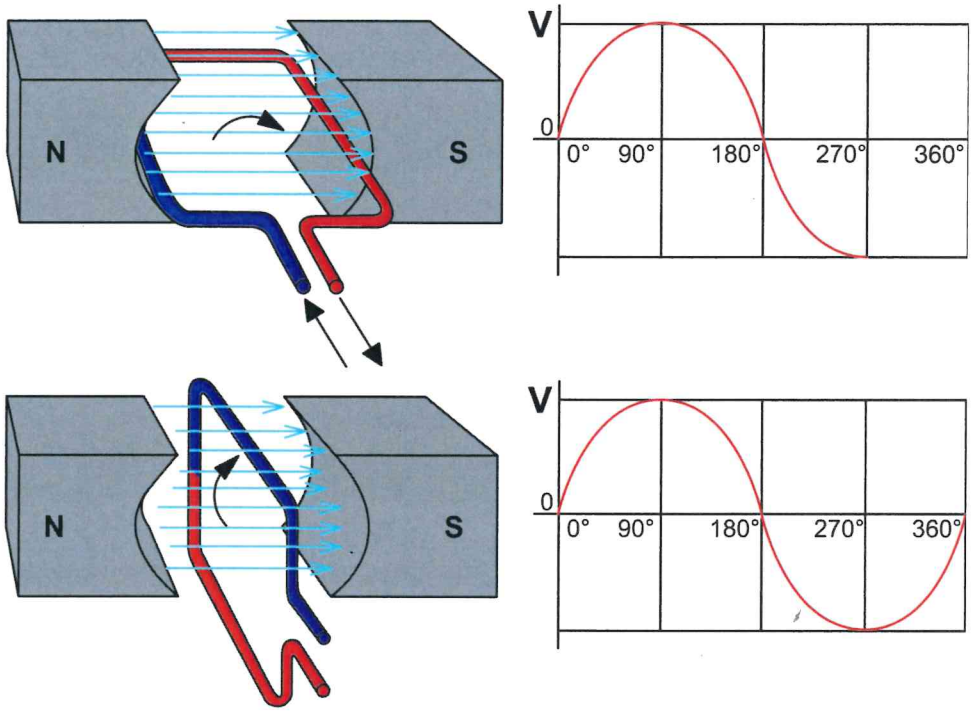


Figura 90

La tensione 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). Viene detta frequenza l'inverso del periodo e rappresenta il numero di volte che il segnale si ripete in un secondo. Ad esempio la corrente elettrica per uso domestico (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.

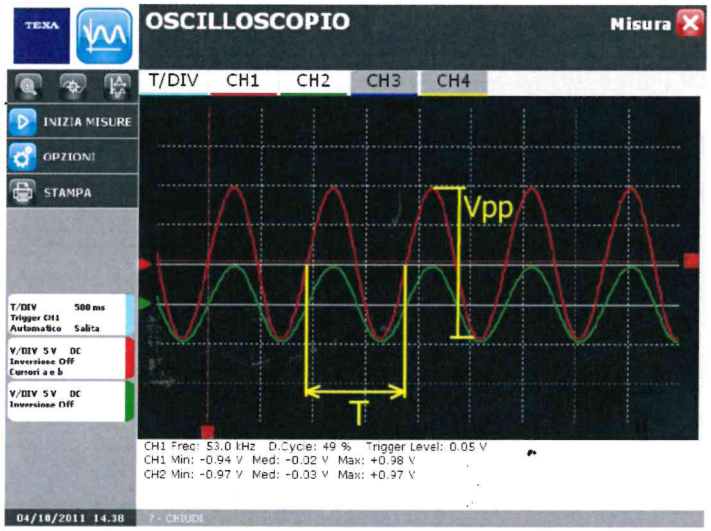


Figura 91

Facendo riferimento alla figura 91 possiamo ricavare il valore della frequenza:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.383 \times 10^{-3}} = 723Hz$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Hertz: Multipli		
Simbolo	**Valore in Hertz**	**Esempio**
1 GHz	1000.000.000 Hz	1 - 2 GHz frequenza di lavoro dei nuovi processori per PC
	100.000.000 Hz	88 - 108 MHz frequenza portante di trasmissione FM per radio
	10.000.000 Hz	
1 MHz	1.000.000 Hz	
	100.000 Hz	
	10.000 Hz	20KHz: limite massimo dell'udito umano
1 KHz	1.000 Hz	Equivale a 1034 rpm di un motore con ruota fonica con 60 denti meno 2
	100 Hz	Segnale di duty cicle per attuatore del minimo
	10 Hz	50Hz: Frequenza della rete elettrica di casa
1 Hz	1 Hz	Frequenza di cambio dei secondi in un orologio

Tabella 14

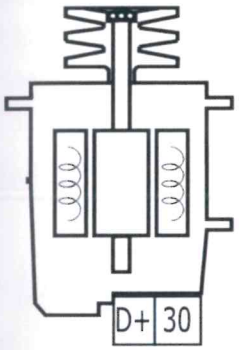


Figura 92

Un alternatore produce una corrente identica a quella vista precedentemente, corrente che non è fruibile dagli usuali utilizzatori presenti negli autoveicoli. Per fare ciò bisogna trasformare la corrente alternata in continua tramite un raddrizzatore con i diodi, componenti che vedremo più in dettaglio in seguito nel capitolo dei semiconduttori.

9.3 Trasformatore/Bobina

Un'altra interessante applicazione del fenomeno dell'induzione elettromagnetica è quella che permette di ottenere una tensione indotta variabile mediante elementi fissi nello spazio ma con flusso variabile nel tempo; come illustrato nella figura 93 si vede rappresentato il principio di funzionamento di un trasformatore di tensione, macchina elettrica capace di trasferire energia elettrica al solenoide N2 grazie ad una tensione variabile applicata al solenoide N1, permettendo quindi di elevare o di abbassare a piacere la tensione di un impianto.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Nella sua forma più semplice il trasformatore è costituito da due avvolgimenti, detti rispettivamente primario (N1) e secondario (N2), che sono avvolti attorno ad un nucleo di una sostanza ferromagnetica; il circuito primario eroga corrente all'apparecchio, mentre il secondario eroga corrente indotta dal flusso magnetico variabile prodotto dal primario. Il valore V1/V2 si dice rapporto di trasformazione e dipende dal numero delle spire del circuito primario e del circuito secondario. La relazione che lega la tensione e la corrente, in ingresso ed in uscita, ed il numero di spire è la seguente:

$$\frac{V1}{V2} = \frac{N1}{N2} = \frac{I2}{I1}$$

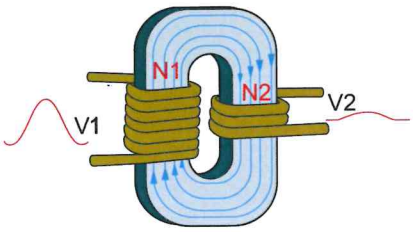


Figura 93

Se ne deduce che, se il numero di spire del primario è maggiore del secondario, avremo un abbassatore di tensione; in caso contrario avremo un elevatore di tensione; viceversa la corrente seguirà il principio inverso, cioè sarà maggiore dove il numero di spire è più basso.

Tipico esempio di elevatore di tensione è la comune bobina degli impianti di accensione dei veicoli a benzina (figura 95 - 95a), l'alimentatore dell'UNIProbe/ TwinProbe è invece un abbassatore di tensione (figura 94).

Figura 94

Figura 95

Figura 95a

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

10. Caratteristiche dell'oscilloscopio

10.1 Teoria di base del segnale elettrico

In elettrotecnica, nell'elettronica e specialmente in autotronica, un segnale elettrico è, molto brevemente, una variazione di corrente o di tensione all'interno di un conduttore o in un punto di un circuito. Caratteristica di un segnale elettrico è la possibilità di veicolare un'informazione: se all'interno di un filo elettrico scorre sempre una corrente costante di, ad esempio, 1 mA, la prima volta che andremo a misurare questa corrente riceveremo l'informazione del valore della corrente (appunto di 1 mA) ma se eseguiremo ulteriori misurazioni (sapendo già a priori che la corrente non sta variando), otterremo sempre lo stesso valore, e non otterremo quindi nessuna informazione aggiuntiva. Se però la corrente che scorre nel filo viene fatta variare,ad esempio, da un sensore di temperatura, non potremo sapere a priori quale sarà il valore della corrente ad ogni successiva misurazione; ognuna di esse, quindi, ci fornirà ogni volta una nuova informazione sul livello di corrente nel filo. Dato che il sensore di temperatura che varia la corrente nel filo lo fa seguendo certe regole di cui siamo a conoscenza, sarà possibile ricavare da queste variazioni un'informazione a noi utile.

10.2 Che cos'è l'oscilloscopio?

L'oscilloscopio è uno strumento di misura usato in tutti i campi dell'elettrotecnica e dell'elettronica in generale. E' sempre munito di monitor o di una unità di visualizzazione come, nel nostro caso, lo schermo di un PC, sul quale vengono riportati in forma visiva i risultati delle varie misurazioni e cioè delle analisi di diversi segnali siano essi analogici o digitali.

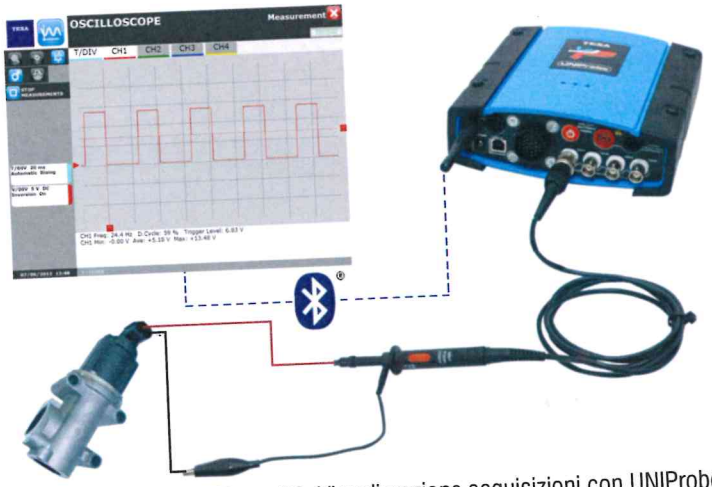


Figura 96: Visualizzazione acquisizioni con UNIProbe

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

10.3 A cosa serve l'oscilloscopio?

L'oscilloscopio nel settore dell'Elettrotecnica e dell'Elettronica in generale e dell'auto nello specifico, sia con segnali analogici che digitali, serve a visualizzare e determinare con una certa precisione la variazione di livello e di tensione nel tempo. Quindi la forma di un qualsiasi segnale sia esso proveniente da sensori elettronici vari o parti di apparati e macchine elettriche/elettroniche è visualizzabile con questo strumento e si può quindi stabilirne la frequenza, la forma e la ripetitività nel tempo.

10.3.1 Oscilloscopio a memoria digitale

Gli oscilloscopi digitali sono oggi ampiamente preferiti nelle applicazioni professionali al posto dei modelli analogici, troppo ingombranti e delicati (potevano lavorare solo con tensione di rete a 220V). Nell'oscilloscopio digitale il segnale, una volta campionato e memorizzato nella RAM, può essere elaborato da un microprocessore in grado di ricavare dai campioni i dati di interesse (forme d'onda, tempi, ampiezze, spettri di frequenza, ecc.) e renderli visibili su di un monitor con le divisioni tipiche dei modelli analogici dedicati alla visualizzazione della forma d'onda.

Non sempre riesce facile e immediato predisporre l'oscilloscopio tradizionale con le tarature consone per il rilievo di un determinato segnale (base dei tempi, asse delle tensioni ecc.) ma proprio a questo proposito per facilitare i neofiti e per velocizzare il lavoro dei più esperti sull'argomento, l'oscilloscopio TEXA UNIProbe si può accoppiare alla banca dati degli schemi elettrici presente nel software TEXA IDC4 il quale offre la possibilità di acquisire i segnali con la funzione ***S.I.V.*** *(**Signal Information Viewing**). Selezionando il componente, oggetto di verifica, direttamente dallo schema elettrico dell'impianto in esame il software indica i terminali a cui collegarsi e compara il segnale misurato con riferimenti campione che ha in memoria. Risulta così immediata la visualizzazione di eventuali anomalie e, inoltre, non vi è la necessità di predisporre la taratura dell'oscilloscopio per campionare correttamente la rilevazione in quanto l'impostazione viene attuata automaticamente. Avremo modo di trattare di seguito ed in modo più esaustivo questa funzione.*

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

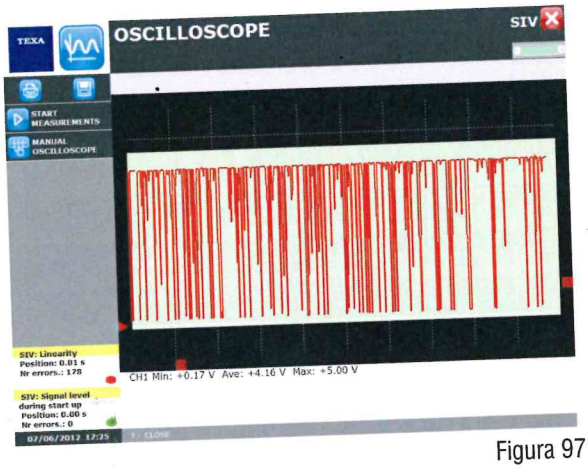


Figura 97

10.3.2 Impieghi

L'uso classico dell'oscilloscopio è nella diagnosi di guasti delle apparecchiature elettroniche. Per esempio nel caso di un impianto di controllo motore si parte dallo schema elettrico dove sono indicati i diversi componenti del sistema e dove si può ipotizzare il prelievo dei segnali che dovrebbero essere presenti nei diversi punti. Si collega la sonda dell'oscilloscopio nel punto di prelievo tensione,e dopo avere collegato assieme le masse di oscilloscopio ed apparecchio in esame, si procede alla visualizzazione del segnale. Semplificando molto, se il segnale in un certo punto è assente o non consono, il difetto è da ricercarsi in uno stadio precedente della catena. Retrocedendo progressivamente per esclusione, un tecnico competente è in grado di individuare il componente difettoso.

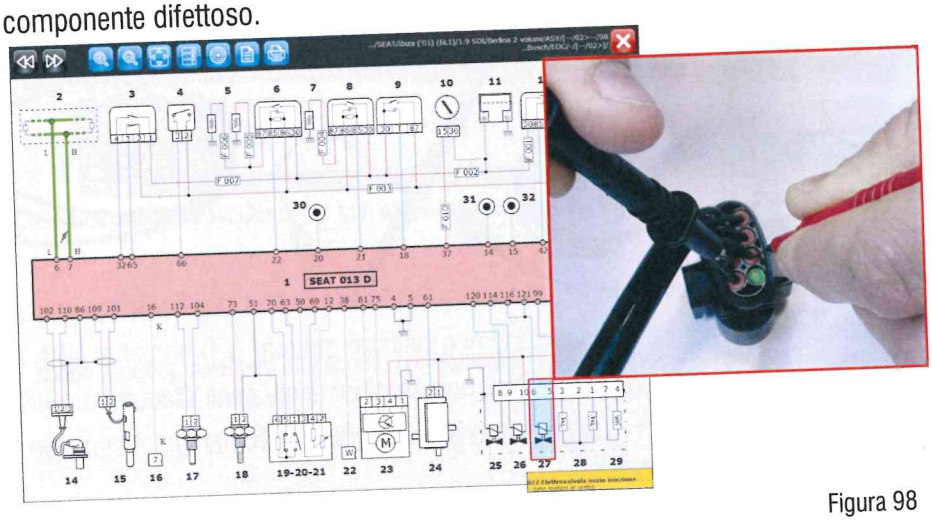


Figura 98

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Un elemento importante nell'uso dell'oscilloscopio è il collegamento delle masse. La massa infatti è il riferimento per le tensioni misurate. In generale la massa dell'oscilloscopio va sempre collegata alla massa del circuito in esame e le sonde hanno un apposito connettore a pinza per questo scopo. Il collegamento di massa può essere effettuato con un'unica pinza di collegamento alla massa telaio oppure con singole pinze di massa nel caso di massa elettronica fornita dalle centraline (pinze presenti nel kit connessioni insieme ad UNIProbe per tutte le esigenze).

L'oscilloscopio è uno strumento di misura e come tale deve essere manipolato con riguardo anche se nel caso dello strumento UNIProbe è stata posta particolare attenzione alla solidità vista anche la tipologia di impiego. Particolare cura deve essere prestata alle sonde, che se pur dimensionate per impieghi severi sono le parti più delicate e più esposte ad eventuali incidenti (vedi sfregamento con parti mobili come cinghie ecc. oppure parti soggette a calore).

10.3.3 Sonde di misura

Le sonde costituiscono un accessorio fondamentale, con esse viene prelevato il segnale da esaminare e trasferito allo strumento. La qualità elettrica di una sonda consiste fondamentalmente nell'alterare il meno possibile il segnale prelevato. Le sonde di UNIProbe sono divise in sonde per il controllo della bassa frequenza e in sonde per il controllo dell'alta frequenza, le seconde possono essere impiegate al posto delle prime, ma non viceversa.

Figura 99: Sonda bassa frequenza (sx), sonda alta frequenza (sopra), sonda TwinProbe (sotto)

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

10.3.4 Caratteristiche dello schermo dell'oscilloscopio

L'oscilloscopio, come già scritto è sempre provvisto di un monitor che nel caso di UNIProbe può essere costituito da AXONE Pad, Palm, AXONE 3 Pegaso o da un qualsiasi PC dotato di software IDC4 Light o Plus. Sulla finestra oscilloscopio è disegnato una griglia a quadretti. In questa stessa videata, si possono identificare due assi: uno verticale (tensione) e uno orizzontale (tempo). Questi due assi costituiti da più linee formano una griglia a quadretti equidistanti, ad ogni quadretto è associabile la misura di tempo (asse X) e tensione (asse Y). Ogni quadretto esprime un valore di misurazione. La linea verticale e quella orizzontale vengono comunemente chiamate asse orizzontale (Asse X o dei tempi) e asse verticale (asse Y o delle tensioni). Nella figura abbiamo l'esempio dell'oscilloscopio settato per una misura di tensione di 5 Volt per ogni quadretto, mentre il tempo è stato impostato per vedere il segnale con 10 ms per ogni quadretto.

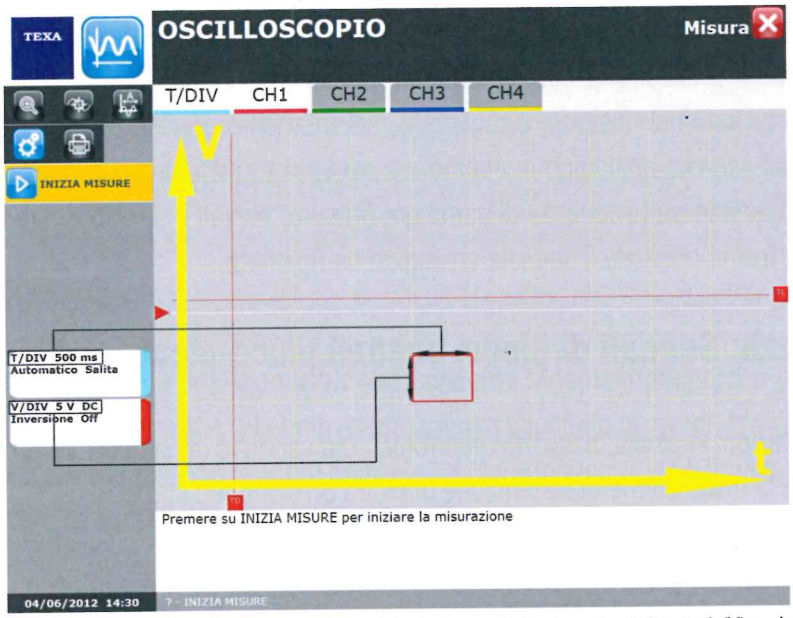


Figura 100: Schermata dell'oscilloscopio con evidenziate le linee di riferimento dei tempi (X) e delle tensioni (Y)

Nello schermo dell'oscilloscopio tutti i canali hanno una linea di riferimento definita di ZERO che corrisponde all'assenza della tensione (Es. quando mettiamo in cortocircuito tra loro i due puntali di rilevazione).
Nel caso di UNIProbe questa linea viene indicata con una linea orizzontale tratteggiata e un triangolo, dello stesso colore del canale, nel lato di sinistra all'inizio della griglia.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

10.4 Caratteristiche dei segnali elettrici

I segnali elettrici vengono classificati in varie categorie, a seconda delle loro proprietà. Quelle che più direttamente ci riguardano si possono suddividere in due grandi famiglie:

- **Segnale analogico**: segnale fisso o variabile a tempo continuo e ad ampiezza continua (a livelli indefiniti)
- **Segnale digitale o numerico:** segnale variabile a tempo discreto (fisso) e ad ampiezza quantizzata (con livelli definiti).

Quindi si parla di **segnale analogico** se varia in modo continuo in ciascun istante di tempo, di **segnale numerico** se può assumere solo un numero finito di valori discreti oppure di **segnale digitale** se i valori che può assumere sono solo di 2 livelli (ad esempio 0V e 5V) in precisi istanti di tempo.

Misura digitale dei segnali

In elettronica digitale il processo di campionamento consente di convertire un segnale analogico in un segnale digitale e consiste nel misurare e registrare, nel momento preciso (istante di campionamento) il valore istantaneo del segnale analogico in esame. La sequenza di tali valori, detti campioni, costituisce il segnale digitale. Attraverso una sequenza di campioni (misure) rilevati è possibile ricostruire e visualizzare (digitalmente) nella forma originale il segnale analogico campionato.

10.4.1 Ampiezza: Segnali di picco, segnali picco-picco

Per effettuare misurazioni in alcuni dispositivi elettronici, (ad esempio un sensore di giri motore) molte volte si rende necessaria la misurazione della tensione di picco o "picco a picco".
La tensione di picco è il punto (picco) più alto della tensione e la linea di zero. Il segnale picco-picco invece è il potenziale totale entro il punto (picco) più alto e il punto (picco) più basso di una tensione alternata di qualunque forma d'onda.

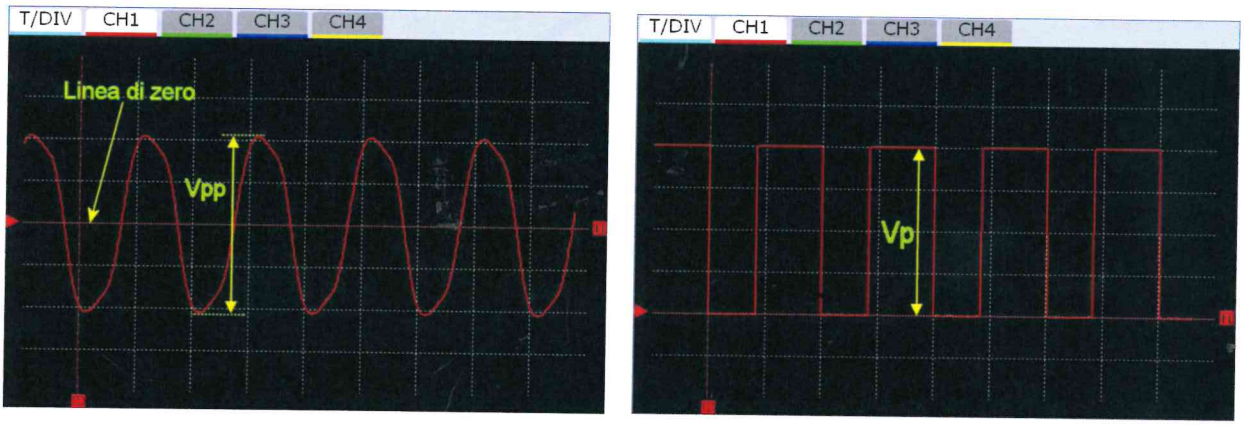


Figura 101: Segnale con evidenziate la tensione di picco-picco (Vpp) e picco (Vp)

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

10.4.2 Definizione di periodo

Il periodo è un fenomeno fisico (nel nostro caso elettrico) che si ripete costantemente nel tempo cioè che un segnale si ripete ciclicamente. Nella figura seguente vediamo che il periodo (T) anche cambiando i punti di lettura rimane sempre dello stesso valore.

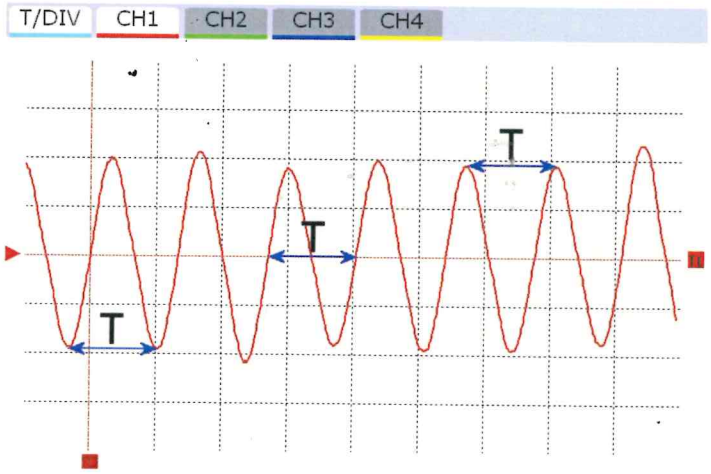


Figura 102

10.4.3 La frequenza

La frequenza, come il periodo, è una grandezza che concerne fenomeni periodici o processi ripetitivi. In fisica la frequenza di un fenomeno che presenta un andamento costituito da eventi che nel tempo si ripetono identici o quasi identici, viene data dal numero degli eventi che vengono ripetuti in una data unità di tempo. Un modo per calcolare una frequenza consiste nel fissare un intervallo di tempo, nel contare il numero di volte dell'evento che si ripete in tale intervallo di tempo e nel dividere quindi il risultato di questo conteggio per l'ampiezza dell'intervallo di tempo. In alternativa, si può misurare l'intervallo di tempo tra gli istanti iniziali di due eventi successivi (il periodo) e quindi calcolare la frequenza come grandezza reciproca di questa durata, dove T esprime il periodo

$$f=1/T$$

Dove **T** esprime il periodo. Il risultato di **f** è dato nell'unità di misura chiamata hertz (Hz), dove 1 Hz caratterizza un evento che occorre una volta in un secondo. Si può anche definire 1 periodo al secondo.

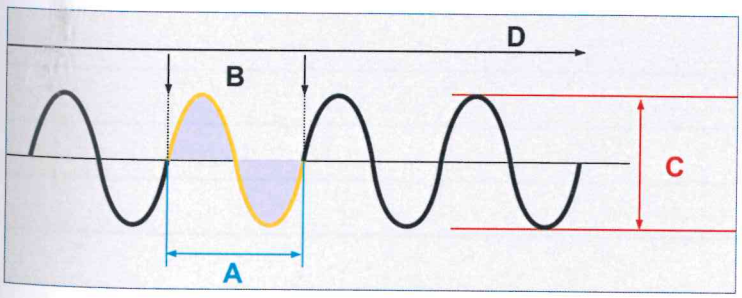


Figura 103

Legenda:
A) Periodo
B) Frequenza
C) Ampiezza
D) Tempo

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

11. Regolazione e comandi dell'oscilloscopio

In funzione della tipologia del software di gestione di UNIProbe di cui si è in possesso (comando diretto tramite software MSS o dal menù strumenti di IDC4) si seleziona la funzione oscilloscopio.

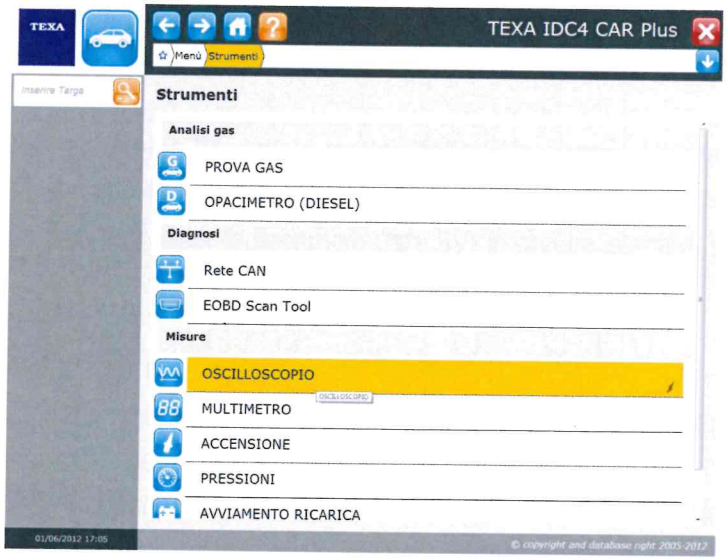


Figura 104: Selezione con IDC4

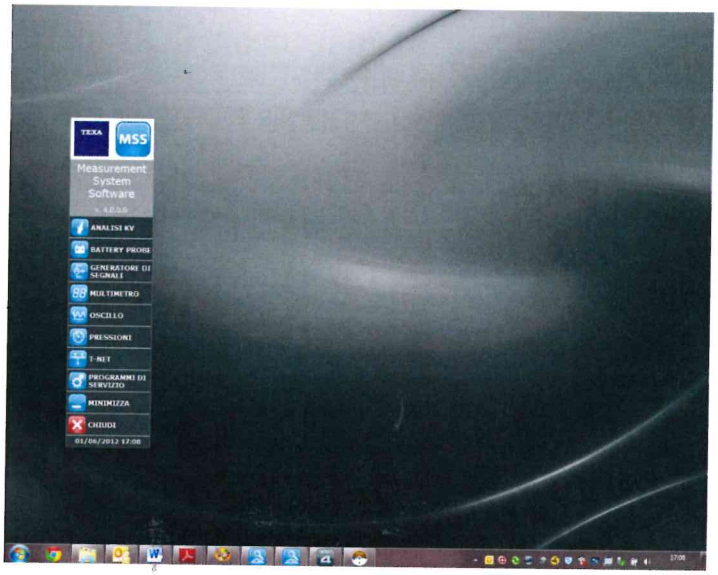


Figura 105: Selezione con software MSS

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

La videata successiva che compare è la seguente in cui si evidenziano i tasti virtuali e le visualizzazioni principali.

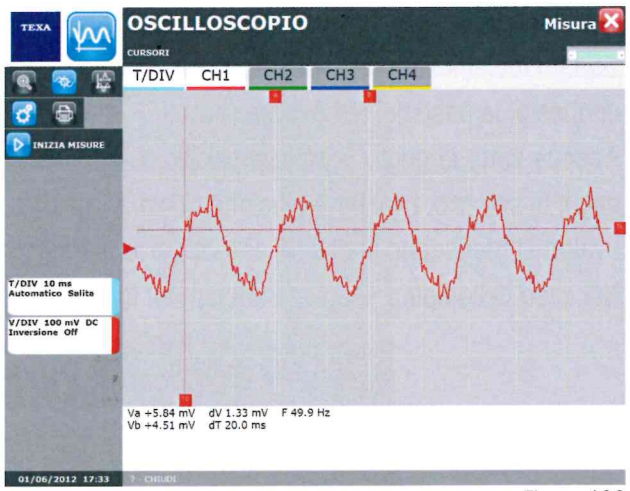


Figura 106

I pulsanti in alto a sinistra comandano le funzioni di:

	CHIUDI	Uscita dal programma oscilloscopio
	INIZIA MISURE	Avvio delle misurazioni
	STAMPA	Avvio della stampa
	CURSORI	Tasto di comando per la comparsa dei cursori
	OPZIONI	Tasto per l'apertura della videata che dà accesso ad un'ulteriore serie di regolazioni e impostazioni possibili
	ZOOM	Tasto che serve per ingrandire una parte del segnale acquisito e fermato sul video identificandone anomalie di spettro, disturbi o altro
	AUTOSCALING	Tasto per l'avvio della taratura automatica dell'asse dei tempi con la commutazione della scala al fine di poter visualizzare correttamente il segnale letto

Tabella 15

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sempre sul lato sinistro più in alto vengono visualizzate le tensioni di impostazione proprie del canale selezionato identificato dal colore (rosso canale 1, verde canale 2, azzurro canale 3 e giallo canale 4) e sopra di queste, la base dei tempi impostata.
Appena sotto la griglia è stato predisposto uno spazio bianco dove vengono riportati oltre ad alcuni messaggi di servizio, i valori di tensione minima, media e massima, di frequenza ecc....
I valori si riferiscono al canale dove è attivo il trigger di livello (TL).
Nel caso della figura seguente abbiamo il trigger attivo sul canale 1 (vedi TL evidenziato).

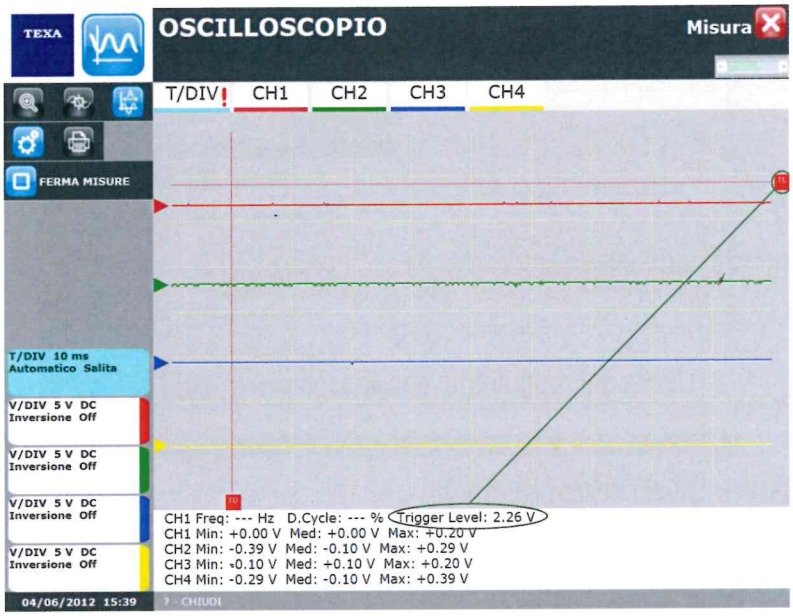


Figura 107

Il trigger può essere attivo solo per un canale alla volta, per passare questa funzione ad altri canali è sufficiente entrare nel menu del canale e scegliere la voce "Trigger" per attivarla.
All'avvio l'oscilloscopio UNIProbe visualizza il solo canale 1, qualora la necessità dell'utilizzo implichi una misura da effettuarsi su più canali è sufficiente selezionare il canale da attivare, ad esempio canale 2, cliccandovi sopra per aprire il menù opzioni proprio del canale selezionato.
All'apertura del menù cliccare su "on" per abilitare la funzionalità del canale stesso. Sarà sufficiente ripetere la stessa operazione su tutti i canali da attivare.

INFO *Un canale non può essere disattivato finché il trigger di questo è rimasto attivo, prima si deve scegliere un altro canale dove attivare il trigger.*

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

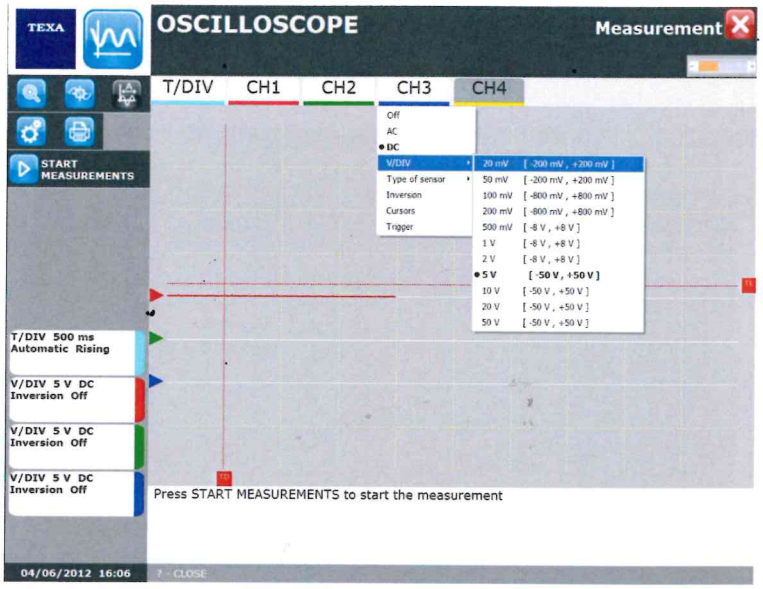


Figura 108

Dello stesso colore del canale a cui è attribuito si può vedere il puntatore (triangolino colorato) della linea di "0" (zero) che può essere trascinato verticalmente e posto nella posizione che si ritiene ottimale per la visualizzazione sulla griglia.

Quando si visualizzano più segnali contemporaneamente magari con tensioni di entità simile è consigliabile spostare i puntatori su posizioni di zero "0" diverse al fine di non sovrapporre i grafici delle acquisizioni.

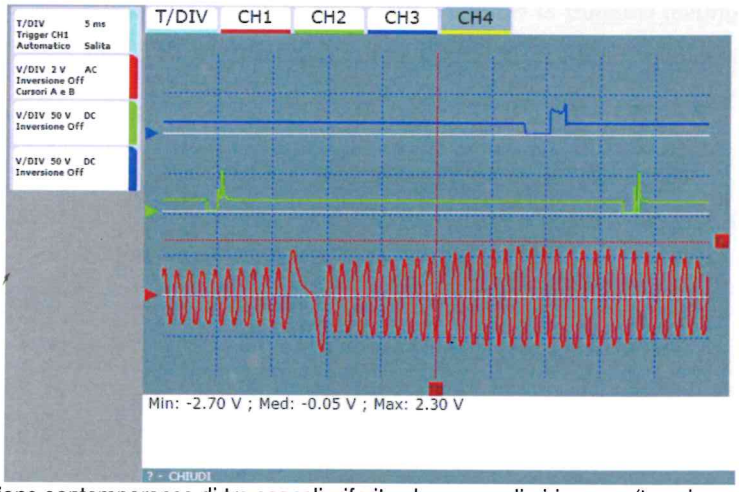


Figura 109: Acquisizione contemporanea di tre segnali, riferite al sensore di giri e pms (traccia rossa), al comando iniettore (traccia verde) ed al comando bobina 1 (traccia blu)

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Nella figura che segue relativa ad un rilevamento in doppia traccia del segnale dei riscaldatori delle sonde lambda di una Fiat "Grande Punto" 1.2 8v acquisito in parallelo ai due pin del riscaldatore stesso in arrivo alla sonda.

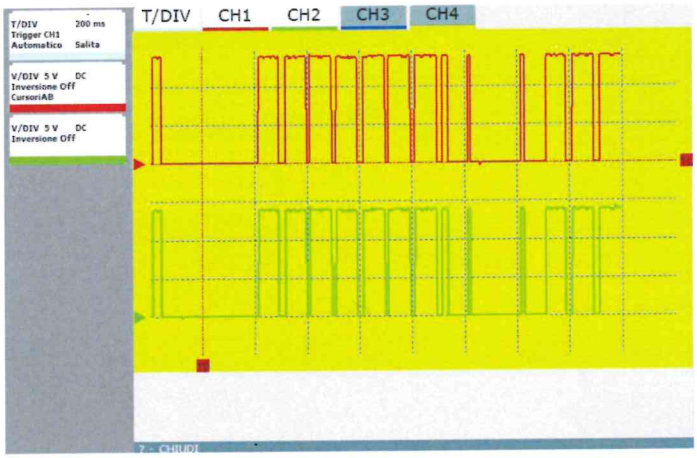


Figura 110: Rilevamento in doppia traccia del segnale dei riscaldatori delle sonde lambda di una Fiat "Grande Punto" 1.2 8v

INFO *Nella figura 110 si presti attenzione al tratto lungo senza la comparsa di impulsi, indicativo della funzione di "cut off".*

Dello stesso colore del canale a cui è attribuito si può vedere il puntatore (triangolino colorato) della linea di "0" (zero) che può essere trascinato verticalmente e posto nella posizione che si ritiene ottimale per la visualizzazione sulla griglia. Quando si visualizzano più segnali contemporaneamente magari con tensioni di entità simile è consigliabile spostare i puntatori su posizioni di zero "0" diverse al fine di non sovrapporre i grafici delle acquisizioni.

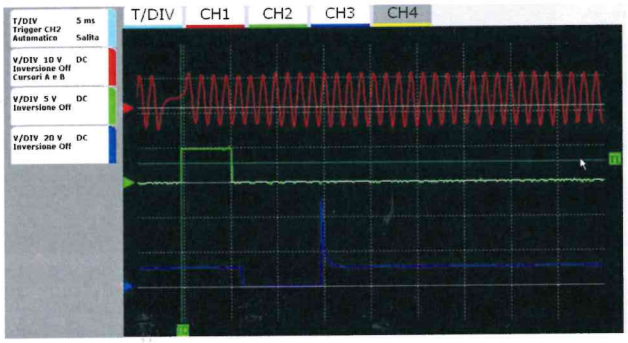


Figura 111: Rilevamento su tre tracce del segnale di pms/giri (traccia in rosso) e segnale di fase (traccia in verde) e comando iniettore (traccia in blu) di una vettura Fiat Punto 1.2 8v

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

11.1 Impostazioni (menù opzioni)

Dal menù "opzioni" ( ) si accede ad una videata in cui compaiono le impostazioni.

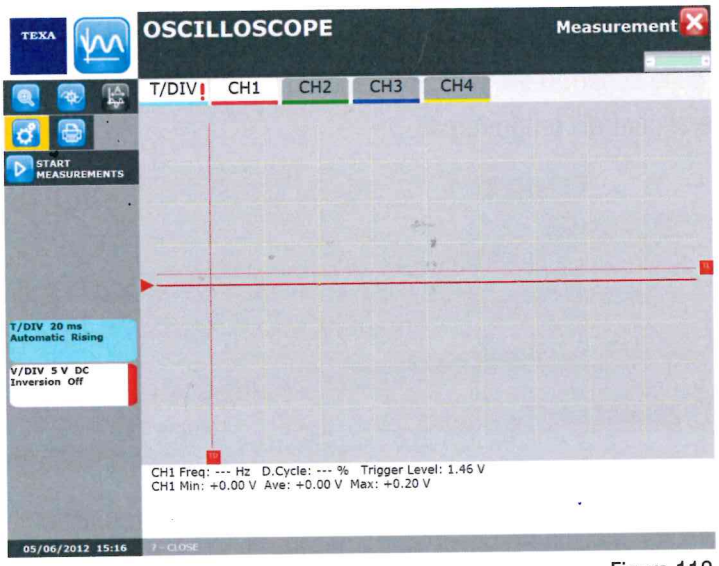


Figura 112

Queste opzioni sono divise in:

- **Trigger**
- **Fronte (Slope)**
- **Griglia**
- **Autoscaling**
- **Colori**

Ognuna di esse permette di intervenire manualmente sul sistema di rilievo e/o visualizzazione dell'oscilloscopio.

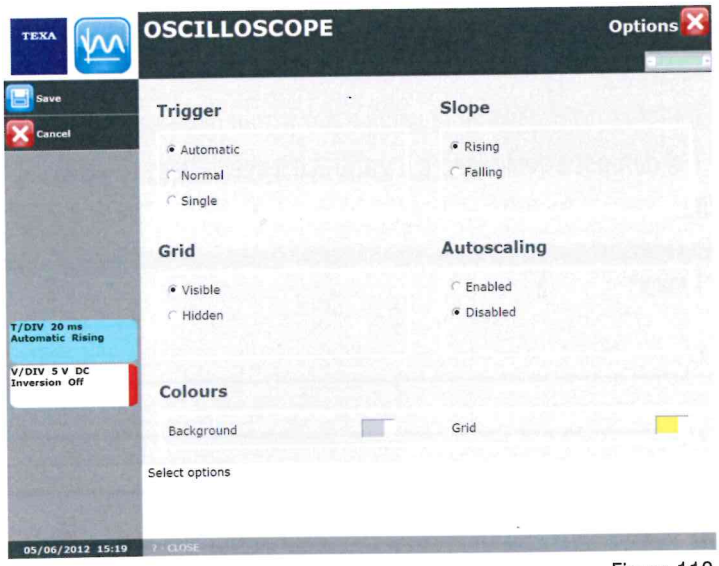


Figura 113

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

11.1.1 Opzioni di trigger

Il Trigger (traducibile come innesco) è un circuito elettronico presente in tutti gli oscilloscopi, ha la funzione di sincronizzare la partenza della scansione orizzontale con un preciso livello di soglia (tensione) del segnale periodico da analizzare. La sincronizzazione, similmente ad un "fermo immagine" permette la visualizzazione stabile sullo schermo del segnale in analisi. Le opzioni di trigger permettono l'impostazione dello stesso su tre diversi controlli programmati.

Figura 114

Nella funzione **Automatico** la scansione della traccia parte sempre automaticamente anche se la forma d'onda non è presente o non ha superato la soglia impostata.
Nella funzione **Normale** la scansione parte soltanto quando la forma d'onda e' perfettamente triggerata ad un livello preimpostato dall'operatore. La funzione **Singolo** permette la scansione di più videate (64 con il cavo USB mentre 40 via bluetooth) di un segnale triggerato al fine di evidenziarne anche sporadiche anomalie nel tempo non prettamente visibili con il sistema manuale. Esso permette, ad esempio, di visualizzare il segnale del sensore di giri induttivo per un percorso che copre l'intera ruota fonica, consentendo di vagliare anche il numero dei denti.

11.1.2 Opzioni di trigger "Fronte" (SLOPE)

La taratura del "Fronte" permette di iniziare la visualizzazione del segnale in analisi sul fronte di variazione (che sia di discesa o di salita).
Per capire meglio cosa intendiamo per fronte di salita e per fronte di discesa del segnale si faccia riferimento alla figura 116: il tratto 1 si definisce livello alto e il tratto 3 è il livello basso; i tratti 2 e 4 sono rispettivamente i fronti di discesa e salita.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

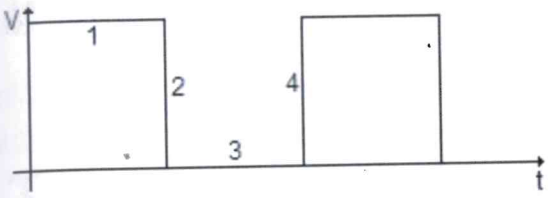


Figura 115

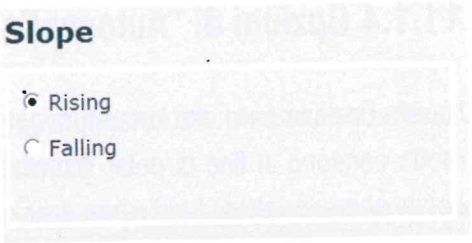


Figura 116

11.1.3 Opzioni "Griglia"

Con questa commutazione si può rendere visibile o invisibile la griglia all'interno della quale il segnale viene analizzato.

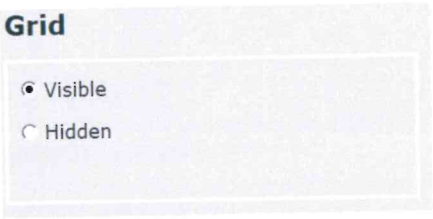


Figura 117

Nella figura qui di seguito compare la videata dell'oscilloscopio con opzione griglia "Nascosta". In questa seconda opzione un eventuale segnale comparirà nella sua forma pura senza alcuna influenza visiva da parte del reticolo.

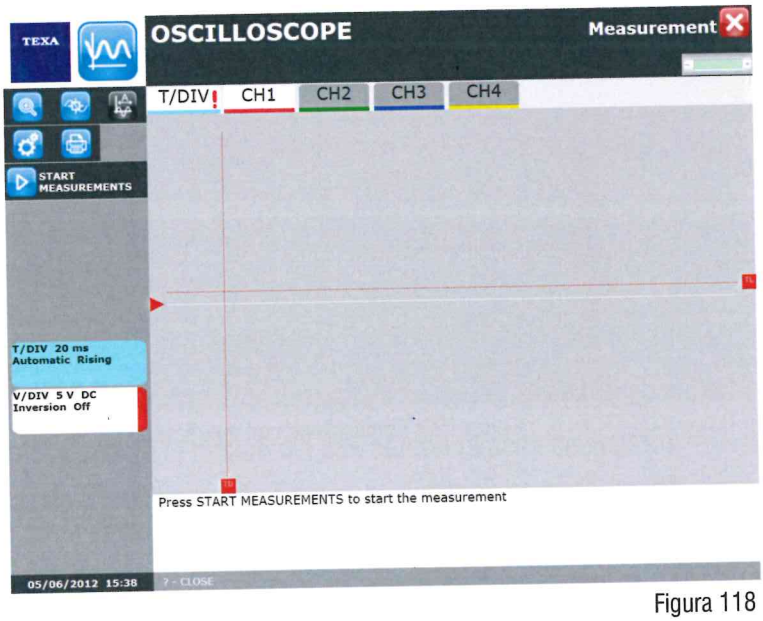


Figura 118

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

11.1.4 Opzioni di "Autoscaling"

Questa opzione permette la taratura automatica dell'asse delle tensioni commutando la scala dei V/DIV in modo consono al fine di poter visualizzare il segnale nella sua interezza, senza l'esclusione di eventuali creste che potrebbero fuoriuscire dalla schermata di acquisizione.
La selezione manuale per contro permette anche la visualizzazione con scale che non comprendono la possibilità di visualizzazione del picco massimo ma possono evidenziare in modo più diretto ed ingrandito eventuali anomalie in fase di salita o picchi minori di segnali composti.

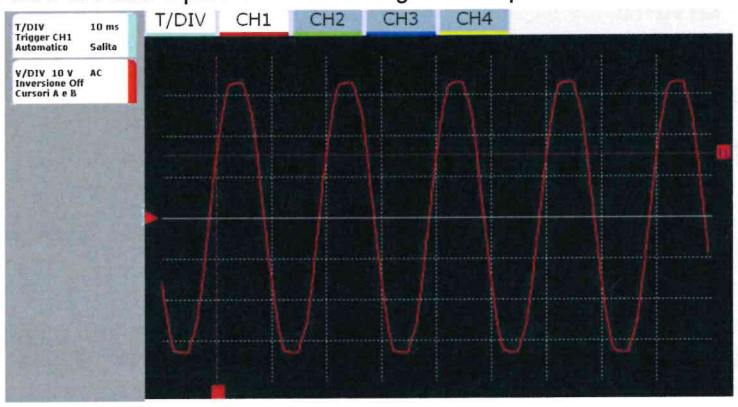


Figura 119: Acquisizione con autoscaling abilitato

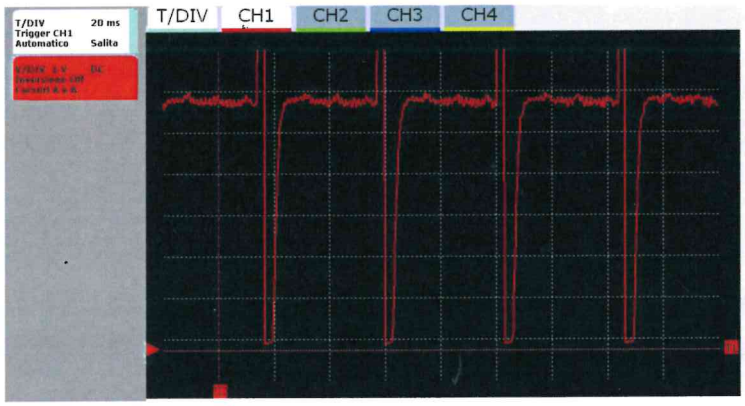


Figura 120: Acquisizione con autoscaling disabilitato

Con autoscaling disabilitato, durante l'acquisizione del segnale il riquadro del canale interessato in alto a sinistra può lampeggiare, con il colore tipico del canale (nel nostro caso il canale 1 di colore rosso), per segnalare che la forma d'onda ha superato il limite di visualizzazione.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

11.1.5 Opzioni "Colori"

Intuitivamente permette di variare il colore dello sfondo e della griglia per rendere la visualizzazione più immediata, gradevole, o chiara in funzione delle esigenze dell'operatore

Figura 121

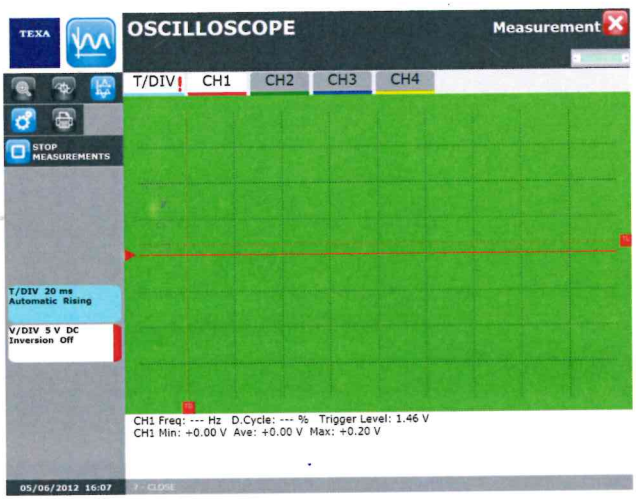


Figura 122: Visualizzazione con colori "personalizzati"

11.2 Uso dei cursori

Per misurare in modo diretto l'ampiezza di un segnale o di una parte di questo in un punto preciso della sua traccia si può utilizzare la funzione **CURSORI**. Essi, infatti, una volta acquisito il segnale e fermata la sua visualizzazione sullo schermo cliccando "**Ferma misure**", si possono, trascinandoli, posizionare "**A**" e "**B**" sul punto di cui si intende visionare l'entità di tensione. In funzione del posizionamento di questi 2 punti compare, nella parte sottostante la schermata, la visualizzazione di:

Va: Valore di tensione misurato riferito alla posizione del cursore "**A**";
Vb: Valore di tensione misurato riferito alla posizione del cursore "**B**";
dV: Indica la differenza di tensione tra i due cursori (il delta della tensione);
dT: Indica il tempo che separa le misure dei due cursori (il delta del tempo);
F: Valore della frequenza, considerando l'intervallo di tempo precedente (**dT**) espressa in Hertz.

E' evidente l'utilità di questa opzione che evita all'operatore di effettuare la misura contando in modo approssimativo i "quadretti" e calcolando la tensione, riuscendo nel contempo ad azzerare gli errori di valutazione che si potrebbero compiere quando la linea della tensione non corrisponde in modo preciso al "quadretto" della scala.
Di seguito visualizziamo un'acquisizione in doppia traccia del segnale di pms (traccia in rosso) e comando iniettore (traccia in verde) che ne evidenziano il sincronismo.
Le acquisizioni sono state eseguite su di una vettura Fiat Punto 1.2 8v.
La posizione dei cursori dà un'idea precisa dell'entità della tensione picco/picco (**dV**) del segnale giri/pms che si può leggere in basso sotto le acquisizioni visualizzate.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

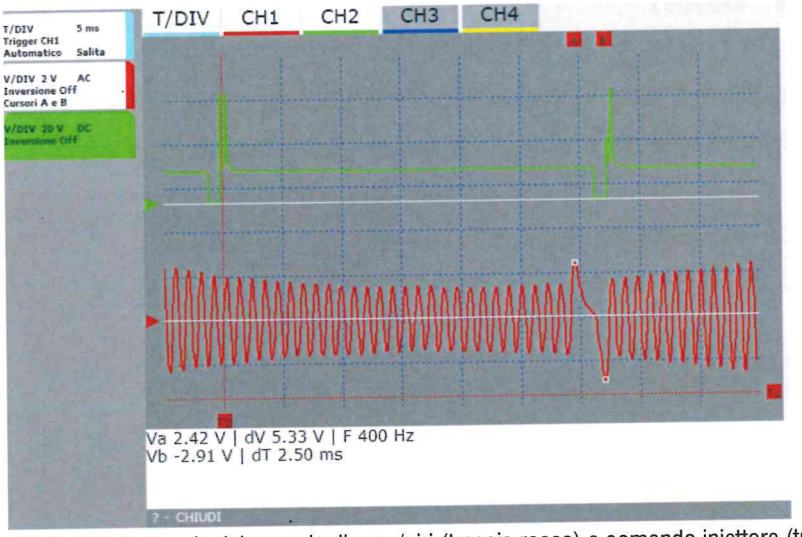


Figura 123: Rilevamento in doppia traccia del segnale di pms/giri (traccia rossa) e comando iniettore (traccia verde) di una vettura Fiat Punto 1.2 8v

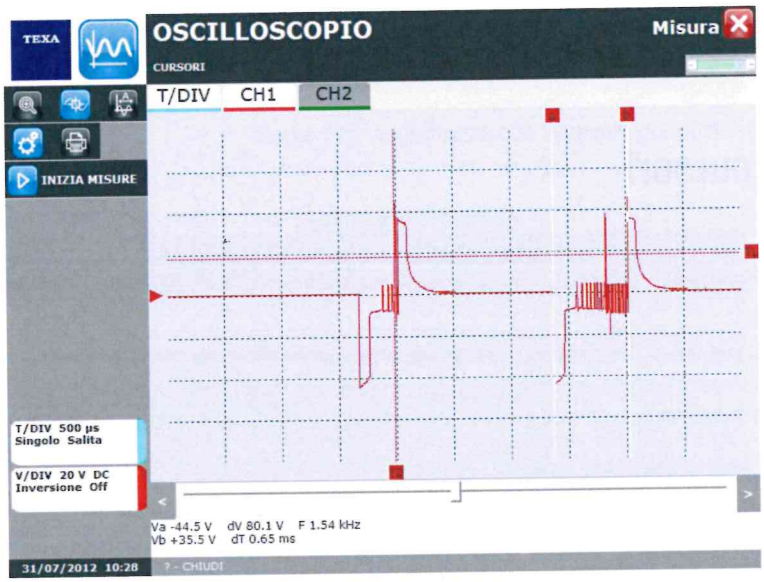


Figura 124: Rilevamento in single mode del tempo iniezione principale su BMW E60 2.5 tds

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

11.3 Scelta della scala V/DIV

Il segnale visualizzato qui sotto è stato prelevato all'uscita del commutatore accensione (50) di una vettura Fiat "Grande Punto".

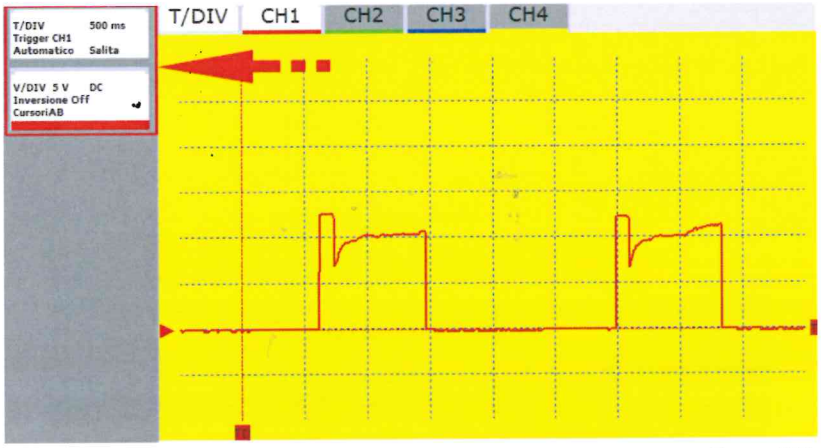


Figura 125

La scala tensioni si è automaticamente predisposta (lo strumento era tarato in "autoscaling"). Si può notare che la scala delle tensioni indica **5V/DIV** il che significa che ogni quadretto che il segnale supera sull'asse verticale corrisponde ad un valore di tensione di 5V.
I tempi selezionati (500ms/DIV) sono abbastanza grandi in quanto ci permettono di visionare il segnale per un tempo totale di 5 secondi circa (con partenza dopo il cursore) e sono particolarmente adatti per scannerizzare in dimensioni opportune il quadro segnali che ci siamo proposti di controllare. Volendo visionare maggiori dettagli del segnale in analisi si può aumentare (intervenendo manualmente sull'asse delle tensioni) l'ampiezza verticale del segnale stesso cogliendone così maggiori dettagli che possano divenire fonte di dubbi ai fini diagnostici (vedi figura).

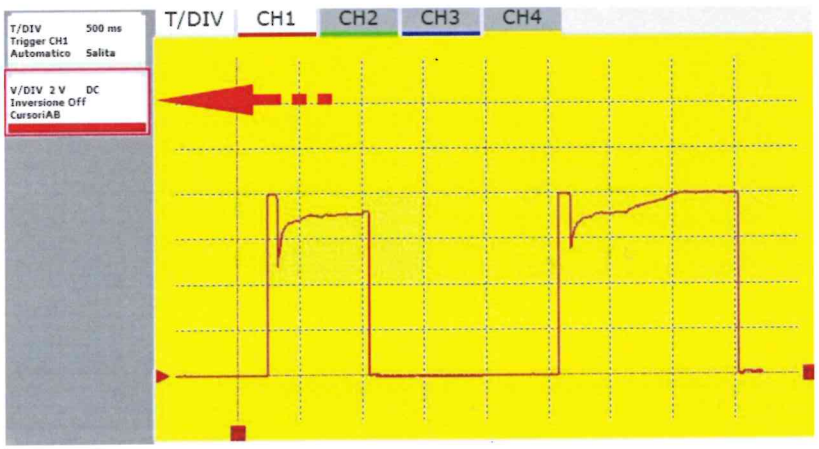


Figura 126

Evidenziata in rosso si nota la tensione selezionata passata dai 5V/DIV a 2V/DIV aumentando lo sviluppo verticale della visualizzazione e mettendo in risalto i picchi di abbassamento.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

11.4 Uso dello "zoom"

La visualizzazione di un segnale di tensione variabile ritrae il "percorso" che la tensione compie durante il tempo della visualizzazione, ovvero i valori che essa prende istante per istante del suo campionamento. Si ha quindi la possibilità che una determinata parte della rampa di salita o di discesa presenti uno o più punti non lineari con il resto della rampa di cui si intende approfondire la forma d'onda.
Per questa ragione è disponibile la funzione "zoom" che ingrandendo la parte di segnale interessata all'approfondimento visivo mette l'operatore nelle condizioni di identificarvi eventuali anomalie.

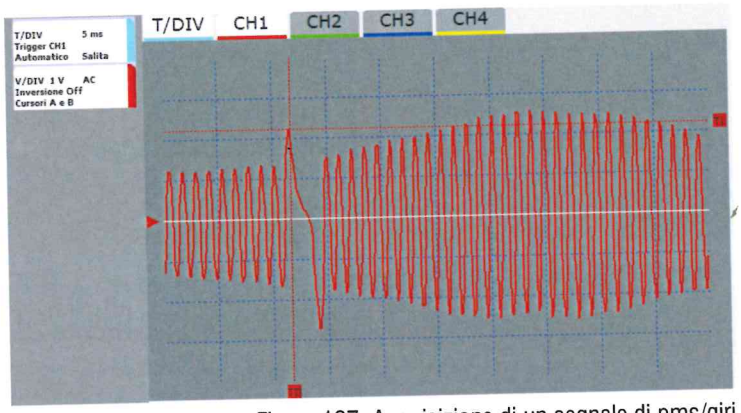


Figura 127: Acquisizione di un segnale di pms/giri

Per attivare questa opzione basterà, una volta fermata l'immagine da visualizzare, cliccare e trascinare con il mouse il puntatore, così da aprire una finestra, sulla parte di segnale da prendere in visione, dopodiché cliccando sul pulsante con l'icona "zoom", ingrandire la parte del segnale in analisi.

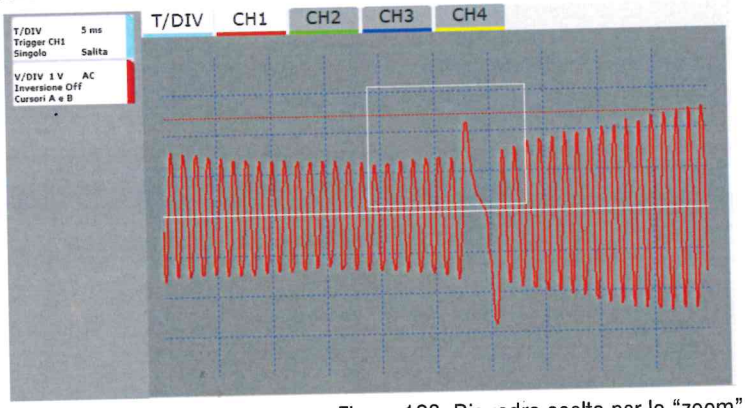


Figura 128: Riquadro scelto per lo "zoom"

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

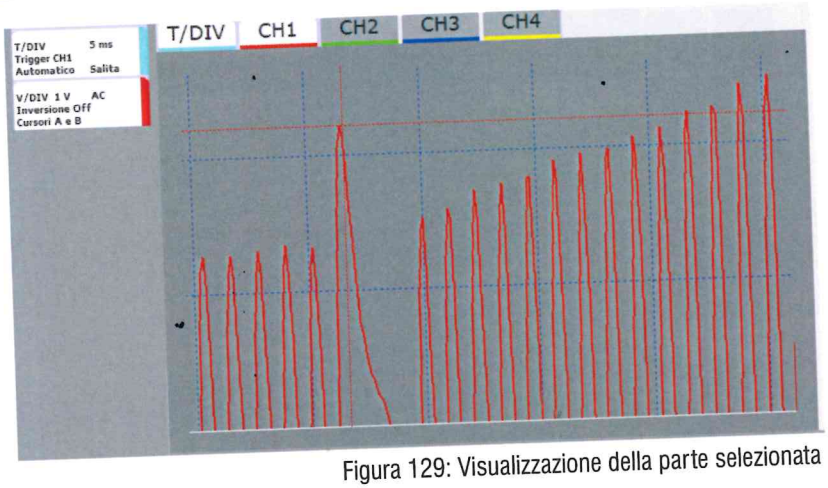


Figura 129: Visualizzazione della parte selezionata

11.5 Uso della modalità "trigger singolo"

Per visualizzare un segnale periodico la cui informazione è più ampia della possibilità di visualizzazione offerta dallo schermo, ad esempio la visualizzazione di un segnale relativo ad un sensore di pms/giri di una vettura Fiat Punto, si può ricorrere all'utilizzo della modalità "trigger singolo".
Infatti la ruota fonica della vettura in oggetto è composta da 58 denti (60–2) che se visualizzati in un'unica schermata renderebbero di difficile interpretazione lo spettro del segnale.

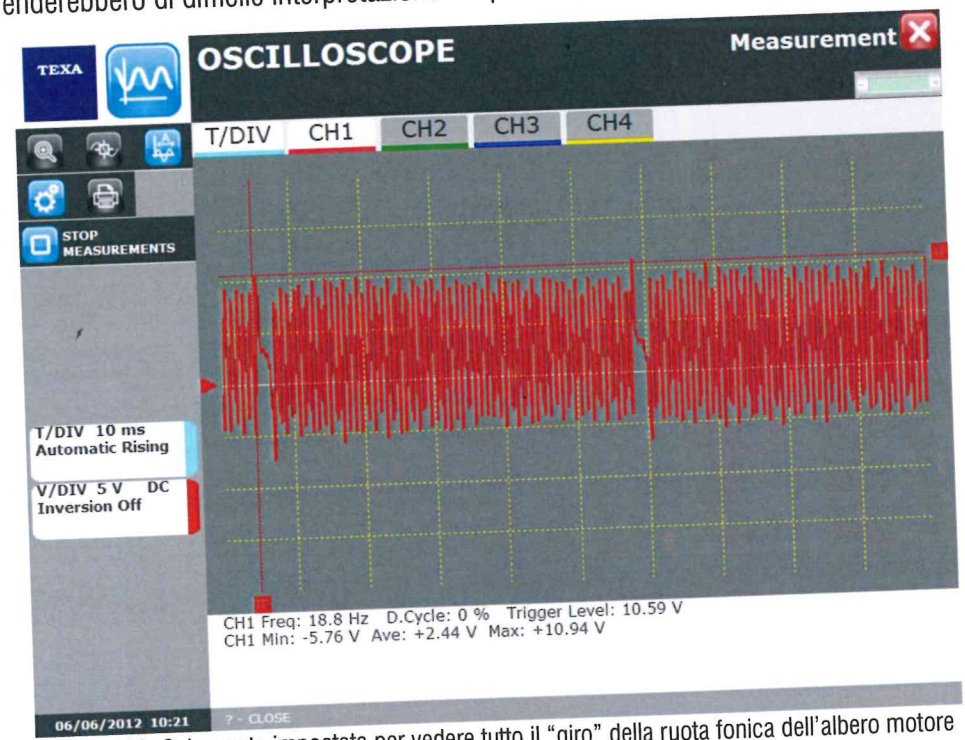


Figura 130: Schermata impostata per vedere tutto il "giro" della ruota fonica dell'albero motore

Qualora sia nostra intenzione visualizzare il segnale per tutto il periodo di rotazione dell'albero motore si procederà a "triggerare" l'ampiezza con un'impostazione del trigger automatica salvo, una volta impostato il trigger, passare in modalità "trigger singolo" fermando l'immagine acquisita.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

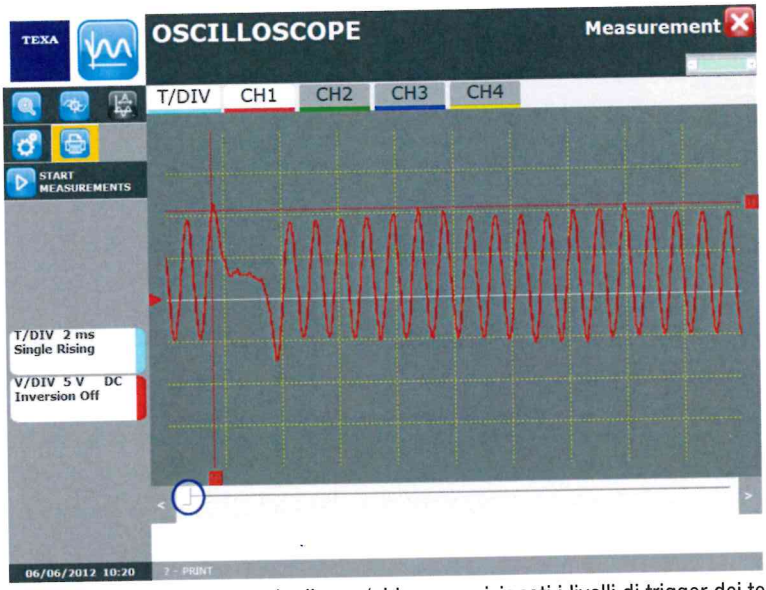


Figura 131: Videata di una parte del segnale di pms/giri con posizionati i livelli di trigger dei tempi e di livello

Completata quest'operazione sarà sufficiente far scorrere il cursore che compare nella parte inferiore sotto l'immagine del segnale acquisito e verificarne la forma d'onda per tutta la sua lunghezza.
Nella figura precedente si noti il cursore evidenziato in rosso che si trova nella parte sinistra sotto la videata del segnale. Quanto si vede evidenzia anche il passaggio dell'albero motore per il pms elettrico (segnale più ampio con picco che svetta rispetto agli altri).

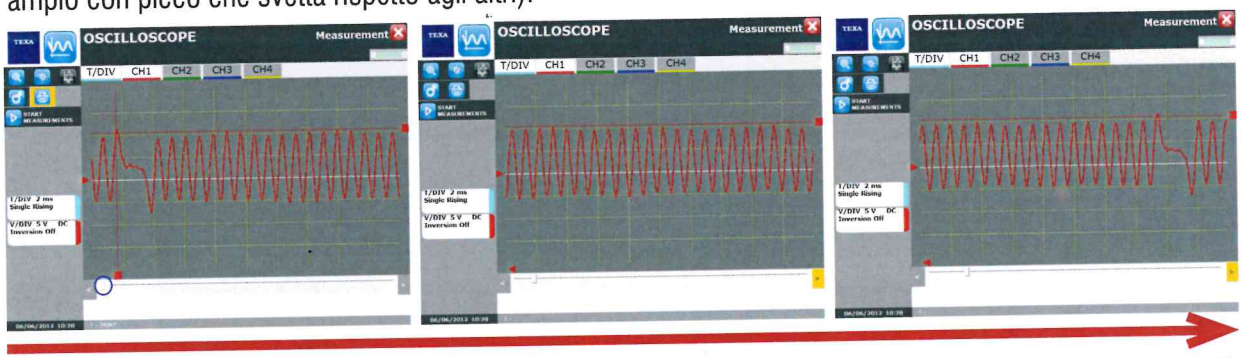


Figura 132: Lo spostamento del cursore permette di vedere le pagine acquisite (64 con USB, 40 con bluetooth)

Dalle figure che si sono susseguite (figura 131) si può notare come spostando il cursore lungo l'asse orizzontale si possa scorrere tutta la lunghezza del ciclo di impulsi per più giri di albero motore, permettendo eventualmente anche di contare il numero di denti intercorsi tra un pms e quello successivo.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

11.5.1 Uso della modalità trigger singolo con TwinProbe

Questa funzione è presente anche nel TwinProbe con le stesse finalità viste in precedenza con l'UNIProbe, ma con delle differenze operative nell'acquisizione del segnale. Quello che bisogna ricordare nella fase iniziale delle impostazioni è che il tempo da scegliere per lettura dovrà essere, al contrario dell'UNIProbe, il più alto della normale acquisizione. Prendiamo ad esempio sempre del segnale del sensore induttivo giri/pms dell'albero motore, in questo caso la scala da scegliere dovrà essere di 20ms, cioè per un tempo sufficiente ad acquisire tutta la rotazione della ruota fonica.

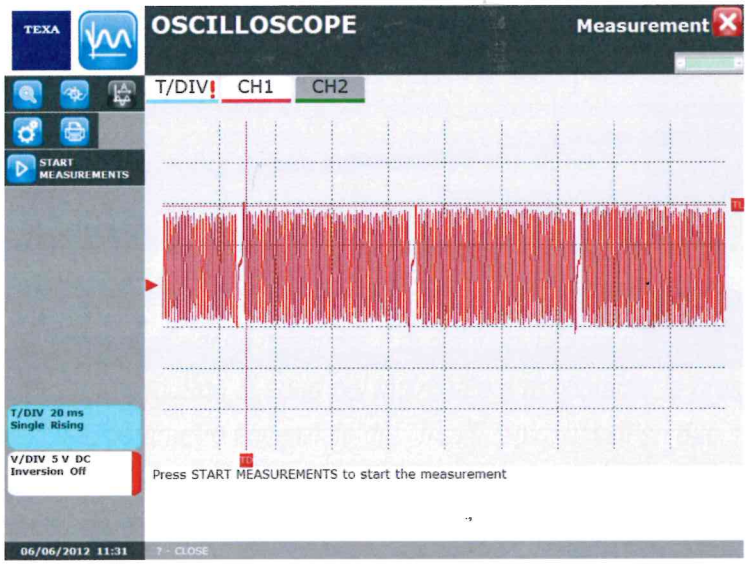


Figura 133: Segnale con impostazione di tempo e trigger utili per avviare l'acquisizione in modalità singolo

Una volta fatta l'acquisizione per vedere il segnale memorizzato in dettaglio si dovrà selezionare un tempo più basso, per esempio 10ms. In questo modo eventuali imperfezioni presenti nei denti della ruota fonica si evidenzieranno immediatamente.

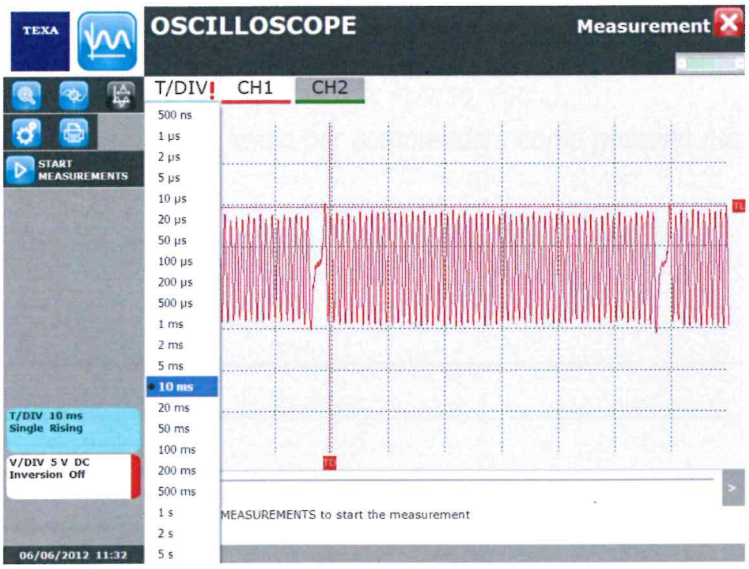


Figura 134: Stesso segnale con un tempo di 10ms ed un migliore dettaglio dei denti della ruota fonica

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Di conseguenza diminuendo sempre più il tempo avremo un segnale sempre più "ingrandito" fino ad arrivare alla lettura di pochi denti per ogni schermata.

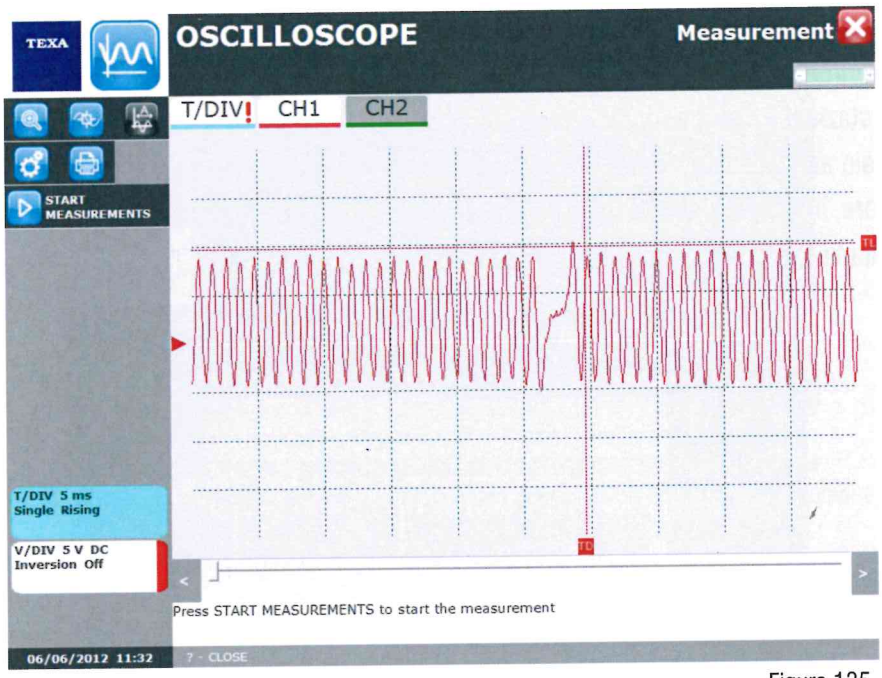


Figura 135

Nella parte sottostante dello schermo abbiamo la comparsa della barra con il cursore per scorrere l'acquisizione per tutto il tempo acquisito originariamente, quindi se la lettura iniziale era di 50ms/div significa 50ms x 10divisioni = 500ms di tempo memorizzato dal TwinProbe. Di conseguenza se impostiamo una scala con un tempo di 5ms/div avremmo a disposizione 10 pagine dettagliate su cui spostare il cursore.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

12. Componenti Elettronici

12.1 La teoria dei semiconduttori

Una delle prime osservazioni sperimentali delle caratteristiche dei materiali semiconduttori è dovuta a M. Faraday che, nel 1833, trovò che il solfuro d'argento presentava un coefficiente di temperatura negativo, ossia che la sua resistenza aumentava al diminuire della temperatura. Gli impetuosi sviluppi delle applicazioni tecnologiche dei semiconduttori ebbero però inizio con lo studio approfondito di due elementi semiconduttori: il silicio e il germanio che, nel 1947, portò tre ricercatori americani della società telefonica Bell, W. Shockley, W. Brattain e J. Bardeen, a realizzare il primo dispositivo a semiconduttore, il transistor così chiamato dai termini TRANSferring resISTOR.

Questa invenzione permise la sostituzione delle ingombranti e poco resistenti valvole termoioniche con la possibilità, peraltro, di lavorare con tensioni molto basse. Praticamente si era aperta la porta alla miniaturizzazione dell'elettronica, che troverà un ulteriore sviluppo con i microcircuiti integrati. Oltre agli evidenti vantaggi di spazio un'altra caratteristica molto importante era l'affidabilità. Infatti, mentre la vita media di una valvola era di 10.000 ore, quella di un transistor è di circa un milione di ore.

Le ricerche sui materiali semiconduttori si sono poi indirizzate a migliorarne le prestazioni, in particolare la velocità di commutazione, parametro essenziale dei circuiti logici basati su due stati (due livelli di tensione).

Per ampliarne i campi di applicazione, in particolare, in rapporto all'emissione e all'assorbimento della radiazione elettromagnetica, negli anni Cinquanta sono stati realizzati semiconduttori ad arseniuro di gallio, il costituente del diodo LED e del laser a semiconduttore, usati, per esempio, nei compact disc e nelle telecomunicazioni basate sui sistemi a fibra ottica.

Si sono infine raffinate le tecniche di fabbricazione, tecniche che hanno consentito la produzione industriale di chip con milioni e milioni di transistor e, in vista dei computer ottici e delle telecomunicazioni completamente ottiche, di milioni di microlaser. I semiconduttori più conosciuti sono il germanio ed il silicio.

Il germanio è ormai caduto in disuso, a causa delle sue caratteristiche inferiori rispetto al silicio (maggiore deriva termica, maggiori perdite da correnti parassite inverse, ecc...).

Quindi si prenderà in esame proprio il silicio per comprendere come possano funzionare i componenti derivanti da questo materiale.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

12.2 Diodi

I materiali semiconduttori trovano applicazione nei diodi. Il silicio, al cui interno viene immessa una determinata quantità di materiali con caratteristiche chimiche diverse (drogaggio con arsenico o alluminio), potrà avere: in un caso elettroni liberi di muoversi (di tipo **N**) e nell'altro lacune anch'esse libere di muoversi (di tipo **P**).
Mettendo a contatto un semiconduttore drogato di tipo **N** e un semiconduttore drogato di tipo **P**, gli elettroni liberi del semiconduttore **N** in prossimità del punto di contatto (la giunzione) tenderanno a trasferirsi dalla parte del semiconduttore **P**, dove ci sono le lacune che richiedono un elettrone.
Infatti l'accumularsi di elettroni verso la zona **P** e conseguentemente di lacune nella zona **N** causa uno svuotamento di cariche libere nei pressi della giunzione con la conseguente creazione di un campo elettrico che si oppone ad ulteriori movimenti di cariche. Ad un certo punto non potrà più avvenire la diffusione delle cariche, elettroni dalla zona **N** a quella **P**, di lacune da quella **P** alla zona **N** dovuta all'effetto frenante del campo elettrico contrario al percorso delle cariche

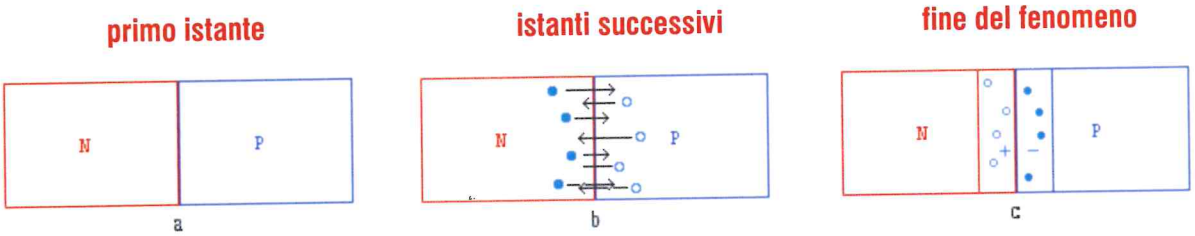


Figura 136

Per la presenza del campo elettrico a cavallo della giunzione, tra le due zone di tipo **P** e di tipo **N** si stabilisce una differenza di potenziale. Questa viene chiamata tensione di diffusione perché legata alla diffusione dei portatori di carica. A temperatura ambiente (20°C) la tensione di diffusione Vdiff per i due più conosciuti semiconduttori ha i seguenti valori approssimativi:

- **Silicio**.....Vdiff~ 0,6 – 0,7 V
- **Germanio**.....Vdiff~0,3 V

Proviamo ora a polarizzare la giunzione così realizzata con un generatore di tensione. Porremo il terminale negativo del generatore sull'estremità del materiale **P** e il positivo sull'estremità del materiale **N** (figura 137).

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Questa polarizzazione si chiama **POLARIZZAZIONE INVERSA**. In questa situazione non può circolare nessuna corrente attraverso la giunzione se si esclude quella, molto piccola, di perdita dovuta allo spostamento di qualche carica che riesce ad attraversare la giunzione stessa.

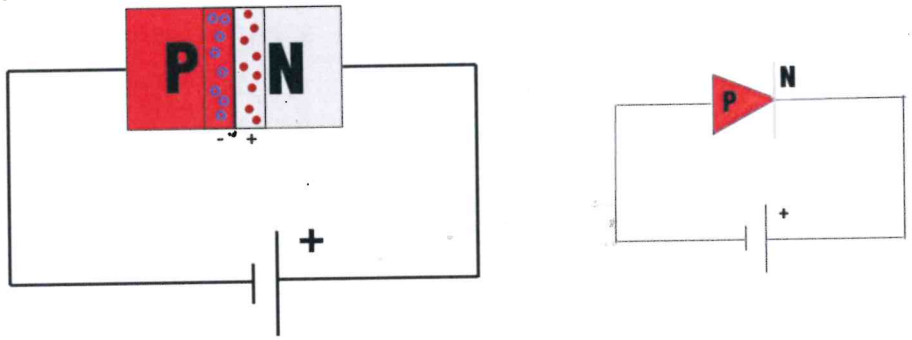


Figura 137

Polarizziamo ora il materiale con il positivo del generatore sul materiale **P** ed il negativo su quello **N** (figura 138). Tale polarizzazione prende il nome di **POLARIZZAZIONE DIRETTA**. In questa condizione la giunzione conduce.

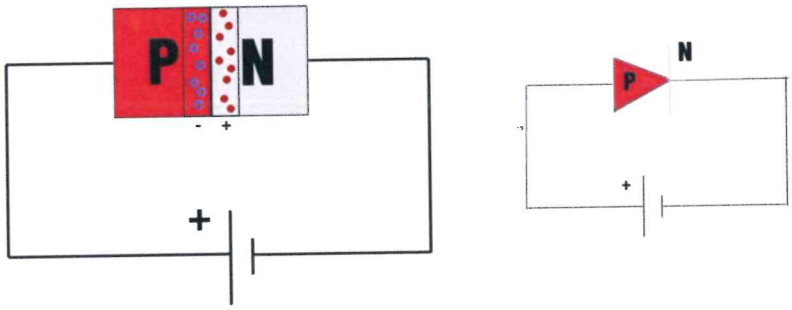


Figura 138

Abbiamo quindi ottenuto un particolare componente dotato di una straordinaria capacità: quella di condurre corrente se polarizzato direttamente e di non condurla se polarizzato invece inversamente.
Questo componente prende il nome di **DIODO A SEMICONDUTTORE.**

Figura 139

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Ricapitolando possiamo paragonare tali componenti a delle valvole che consentono il passaggio della corrente solo in un senso, ovvero dalla zona **N** alla zona **P** a condizione che la zona **N** sia collegata ad un potenziale negativo rispetto alla zona **P**. La polarità della tensione applicata fa sì che il diodo conduca, come avviene nell'esempio in figura 108. Applicando una polarità inversa il diodo non conduce.

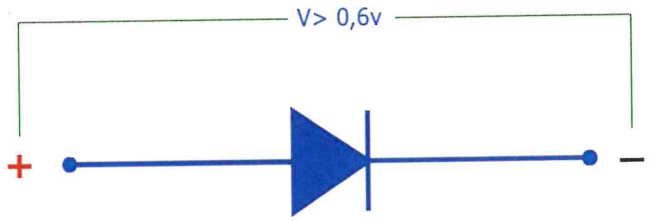


Figura 140

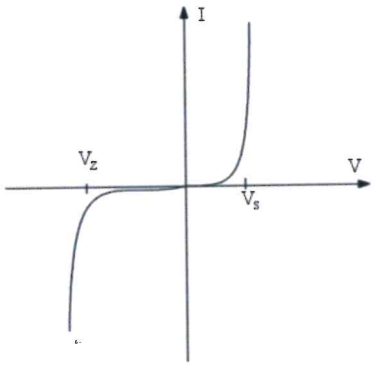


Figura 141: Andamento della tensione e della corrente

Nella condizione in figura 140 viene detto che il diodo è polarizzato direttamente e più precisamente conduce quando la tensione ai suoi capi supera una certa soglia che per i componenti al silicio è di circa 0,6 volt (**Vs**) come si può notare dal grafico di figura 141. Se la tensione inversa supera un certo valore la corrente può provocare la distruzione del diodo. Un altro tipo di diodo comunemente usato è il diodo **zener** (figura 142), utilizzato quando viene polarizzato inversamente. Questo ha una bassa resistenza ad una determinata tensione, scelta quando è stato costruito. In pratica: ad una determinata tensione di polarizzazione inversa questo diventa conducibile.

Figura 142

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

In questo stato la tensione ai capi del diodo rimane approssimativamente costante al variare della corrente, perciò il diodo può fornire una tensione di riferimento relativamente costante: lo zener è un diodo ottimizzato per questo uso, in cui la tensione di zener (**Vz**) è resa il più possibile insensibile alla corrente inversa, ma con una tensione eccessiva tuttavia potrebbe rompersi.

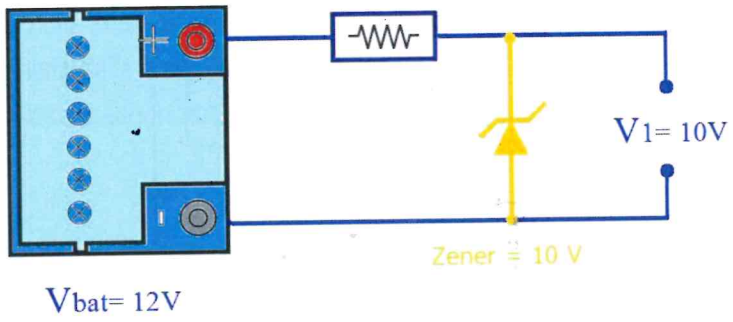


Figura 143: Circuito caratteristico del diodo Zener

Tuttavia, per quanto lieve, la dipendenza dalla corrente è sempre presente, e peggio ancora la tensione di zener varia sensibilmente con la temperatura ambientale: per questo motivo gli zener vengono utilizzati soprattutto per generare tensioni di polarizzazione e stabilizzazione di alimentatori e non come campioni di tensione.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

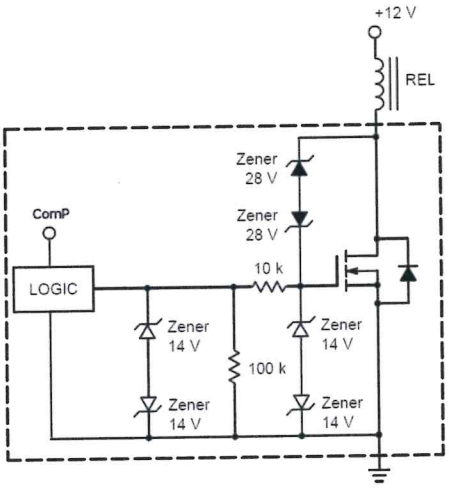


Figura 144: Circuito tipico di comando relè da parte di una centralina con diodi Zener di protezione

Un particolare tipo di diodi sono i **LED** (Light Emitting Diode). Posseggono la caratteristica di emettere luce applicando correnti bassissime (20 mA), inoltre hanno una durata praticamente illimitata. Questo tipo di diodi attualmente trovano campo applicativo in diverse soluzioni come ad esempio nei sensori ottici di ultima generazione e nei sistemi di illuminazione, argomenti questi che tratteremo in un corso successivo.

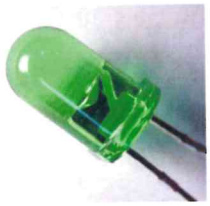


Figura 145

Schematicamente i tre tipi di diodo vengono rappresentati come in figura:

a) Diodo
b) Diodo Zener
c) Diodo Led

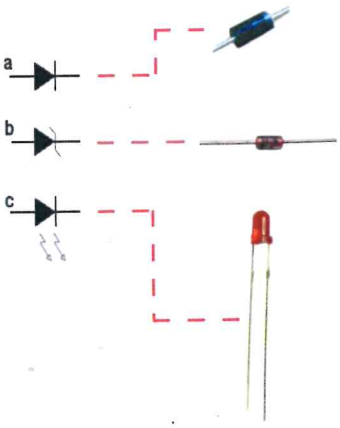
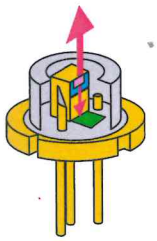


Figura 146

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Altri particolari tipi costruttivi di diodi che si possono incontrare sono:

- Diodo Laser



Come i diodi LED; anche i diodi laser emettono luce (tramite la ricombinazione di elettroni e lacune nella zona di barriera del diodo: la differenza fondamentale è che questa emissione è stimolata dalla luce stessa, e che la luce emessa è coerente).
I diodi laser vengono utilizzati nei lettori di compact-disc.

- Fotodiodo

Lo scopo dei fotodiodi è di rivelare la radiazione luminosa (visibile o infrarossa) che colpisce il corpo del diodo stesso. La struttura interna di un fotodiodo è molto simile a quella dei diodi LED. Vengono impiegati per comandi a distanza (ad esempio i ricevitori per telecomandi infrarossi utilizzati per attivare la chiusura centralizzata)

12.2.1 Il diodo come raddrizzatore della tensione alternata

Come si è visto il diodo a semiconduttore lascia passare la corrente in una direzione e la blocca nell'altra, infatti e il componente più adatto per il raddrizzamento di correnti alternate. Lo schema di figura 115 rappresenta il collegamento circuitale di un raddrizzatore semplice ad un diodo.

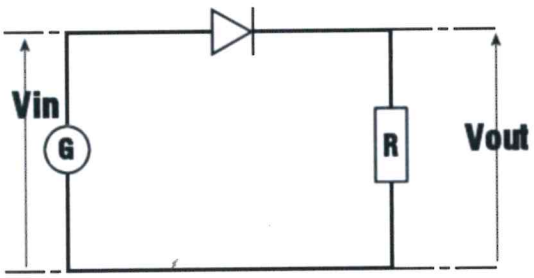


Figura 147

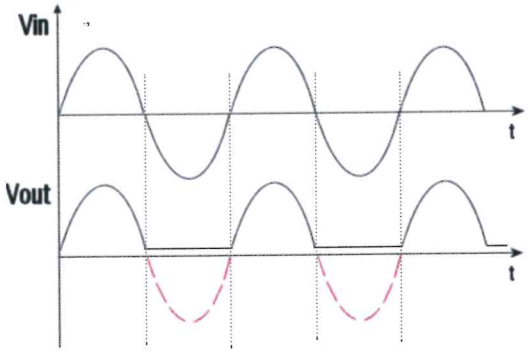


Figura 148

Considerando di avere un generatore di tensione alternata (G), il diodo impedirà il passaggio della semionda negativa mentre permetterà il passaggio della semionda positiva, quando questa avrà un valore di tensione superiore a quello della tensione di soglia (~0,6V). Questo si traduce nelle forme d'onda risultanti dei grafici seguenti di figura 148.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Un metodo migliore e largamente usato per raddrizzare una corrente alternata è quello mediante un circuito formato da più diodi collegati tra loro come in figura 149.
Tale tipo di collegamento è detto ponte di Graetz. Le proprietà dei diodi, viste in precedenza, obbligano la corrente a seguire un percorso che produce ai capi del carico impulsi di corrente di segno uguale.

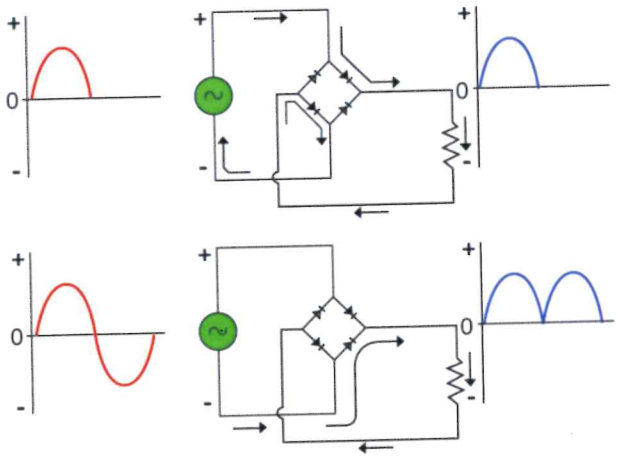


Figura 149

12.3 Transistor

I transistor comuni sono costituiti da una successione di tre strati drogati NPN oppure PNP, separati da due giunzioni: questi vengono chiamati **transistori bipolari**. Nella versione NPN, un sottile strato drogato con atomi accettori (zona p) è interposto tra due zone di tipo n; con riferimento allo schema di figura 150, la zona **n a sinistra**, detta emettitore, costituisce la sorgente di elettroni; la zona **p**, detta base, regola il flusso di elettroni; la zona **n di destra**, detta collettore, riceve gli elettroni.

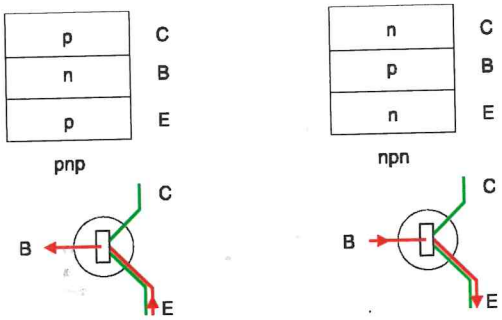


Figura 150

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Per permettere il passaggio degli elettroni attraverso la giunzione n-p, la base ha una tensione leggermente positiva rispetto all'emettitore (polarizzazione diretta); il collettore invece ha una tensione decisamente positiva rispetto alla base (polarizzazione inversa). Il campo elettrico applicato globalmente al componente ha la polarità positiva dal lato del collettore e quella negativa in corrispondenza dell'emettitore.

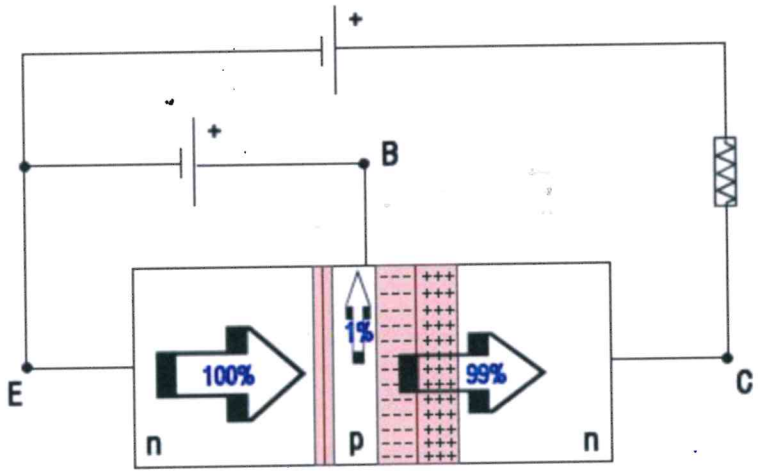


Figura 151

Gli elettroni provenienti dall'emettitore passano nella base e, attratti dal forte potenziale positivo del collettore, fluiscono verso di esso (grande corrente di collettore). Pochi sono gli elettroni che si combinano con le lacune della base, perché questa è molto sottile e debolmente drogata. La resistenza al flusso di corrente tra emettitore e base è debole, mentre quella tra collettore e base è elevata. Nei transistor comuni, il 99% dei portatori di carica provenienti dall'emettitore, finiscono nella zona di interdizione base-collettore e scivolano nel collettore, il rimanente 1% dei portatori si ricombina e determina una debole corrente di base.
Il rapporto tra corrente di collettore e corrente di base si chiama guadagno di corrente continua (indicata con la lettera ß), prendendo spunto dalla figura 119 si ottiene:

$$\beta = \frac{99\%}{1\%} = 99$$

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Quindi possiamo affermare che, ad una determinata tensione, per avere teoricamente 99mA all'uscita del collettore basterà far scorrere 1mA nella base.
Questo comporta di conseguenza che piccole variazioni della tensione applicata alla base producano ampie variazioni a livello del collettore, il che rende questo tipo di componente un ottimo amplificatore e un ottimo "interruttore elettronico" (simile per funzionamento pratico a quello del relè visto in precedenza).

Del tutto simile è il funzionamento del transistor pnp, che però richiede tensioni di polarità opposta per funzionare correttamente.

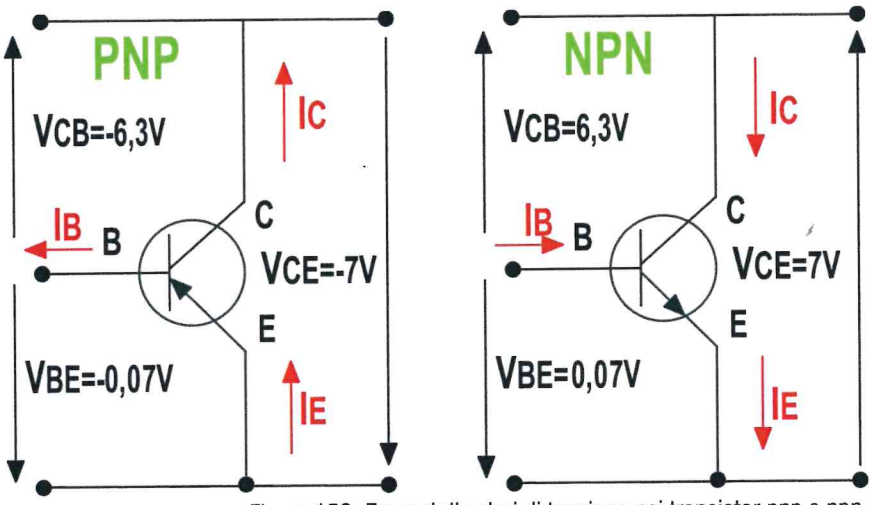


Figura 152: Esempi di valori di tensione nei transistor pnp e npn

Variando opportunamente il circuito elettronico il transistor può essere utilizzato con scopi differenti:

1) Amplificazione di CORRENTE
2) Amplificazione di TENSIONE
3) Amplificazione di POTENZA
4) Interruttore rapido

Come **amplificatore di corrente** è stato utilizzato nell'impianto di accensione TZ-K della Bosch accensione transistorizzata comandata da contatti.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

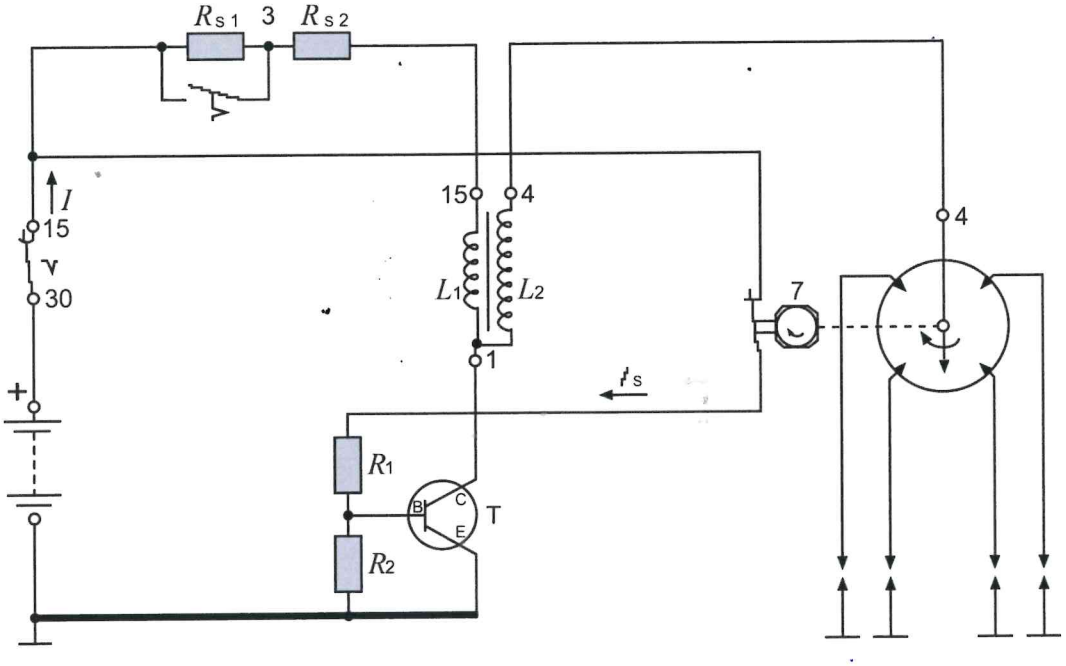


Figura 153

Il vantaggio principale di questo sistema ibrido era che nei contatti delle puntine platinate non circolava la CORRENTE di eccitazione della bobina ma solo la CORRENTE (Is) di comando del Transistor permettendo di allungare la vita dei contatti stessi.

Nelle generazioni successive dei sistemi di accensione, il transistor che comanda la bobina ha assunto anche la funzione di limitare la corrente massima di carica della bobina stessa. Questa funzione ha permesso di ottenere numerosi vantaggi tra cui l'eliminazione della resistenza limitatrice, montata in serie alla bobina, per ottenere sempre l'energia ottimale accumulata nella bobina sia alle basse che alle alte velocità e anche nelle condizioni peggiori durante l'avviamento del motore con temperature fredde.

Come **amplificatore di tensione** è utilizzato per amplificare la tensione (**VH**) generata dall'effetto HALL.
Si ricorda che l'effetto hall avviene in una piastra di semiconduttore mentre è percorsa da corrente (**Iv**).
La tensione **VH** è presente solo se il semiconduttore è sottoposto a un campo magnetico perpendicolare al verso della corrente.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

La tensione **VH** è causata dalla distribuzione non uniforme degli elettroni nella piastra; esattamente gli elettroni tenderanno ad accumularsi sul lato esterno del semiconduttore dell'asse (**L**) perpendicolare alle linee del campo magnetico, risulterà quindi che i due lati avranno potenziale elettrico diverso. Questa differenza di potenziale viene chiamata tensione di HALL (**VH**).

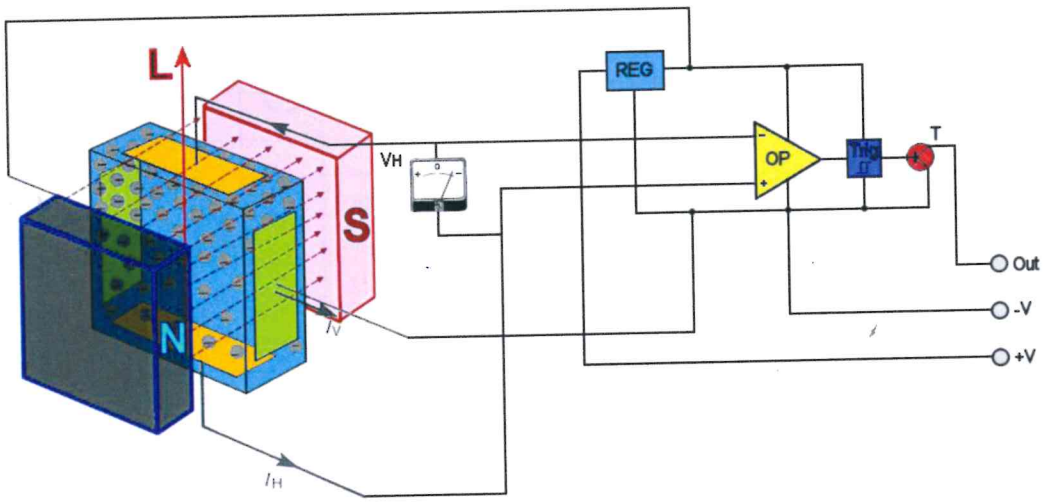


Figura 154

A differenza dei sensori induttivi (sensori di passaggio) il sensore Hall è un sensore di presenza, cioè indica con un livello logico (tensione alta o bassa) se esiste o no il campo magnetico o meglio presenza o no di una lamina metallica magnetizzata che devia il flusso nel semiconduttore.

Come **amplificatore di Potenza** è utilizzato, per esempio, per amplificare la potenza in uscita da riproduttori sonori tipo autoradio o lettori CD. Generalmente questi riproduttori hanno potenze relativamente basse dell'ordine di qualche watt. Nei casi si volesse utilizzare degli altoparlanti (tipo grossi Woofers) per aumentare le caratteristiche sonore dei suoni bassi, la potenza generata dai riproduttori risulterebbe insufficiente, per questo motivo si amplifica la potenza di uscita dei riproduttori utilizzando amplificatori supplementari basati su tecnologia a transistor.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Come **Interruttore rapido** è usato per esempio per accendere spie nei quadri strumenti o generare Duty Cicle che comandano alcuni tipi di attuatori per la regolazione del minimo.
Il comando a Duty Cicle è un segnale ad onda quadra generalmente di ampiezza di 12 volt con frequenza fissa (Es. comando VAE = 100 HZ) mentre i tempi di conduzione e di spegnimento sono variabili (figura 156).
È intuibile che per interrompere l'alimentazione per 100 volte al secondo con tempistiche di chiusura e apertura differenti si abbia bisogno di un interruttore rapido.

Figura 155: Tipo di elettrovalvola comandata con Duty Cicle

Nei veicoli commerciali IVECO, per motivi di sicurezza, viene disattivato l'avviamento del mezzo quando la cabina è sollevata. Nel circuito elettrico di comando viene pilotato infatti un transistor che all'apertura della cabina consente di accendere la spia nel quadro strumenti e contemporaneamente inibire l'avviamento agendo direttamente sull'EDC del mezzo.
Per questo motivo si utilizzano speciali transistor chiamati Darlington. Questi transistor hanno un guadagno di corrente dell'ordine di centinaia di volte, ciò permette di utilizzare correnti piccolissime per portare in saturazione il transistor, cioè trasformare il transistor in un contatto chiuso.

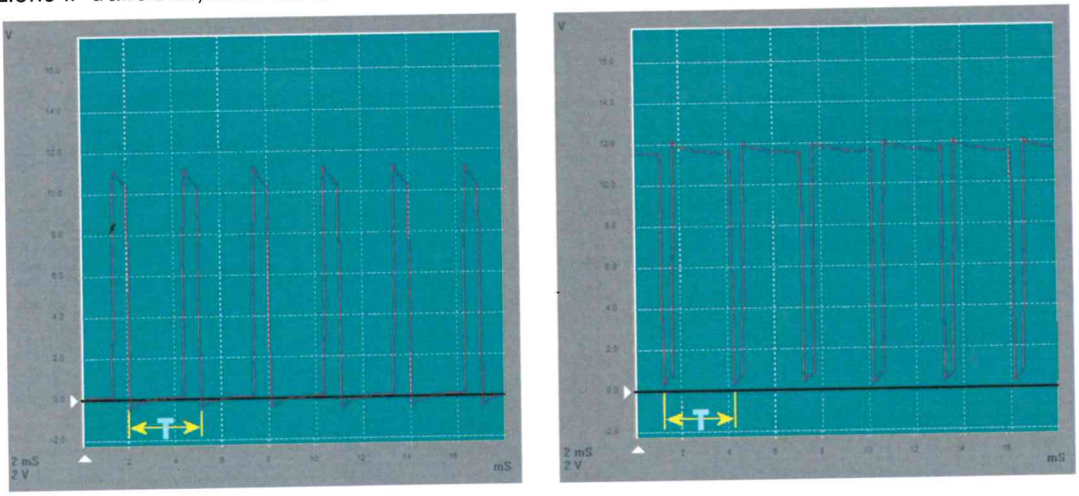


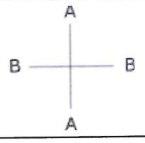
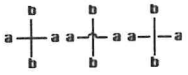
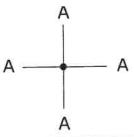
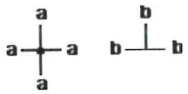
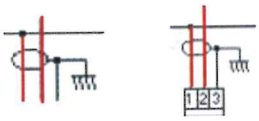
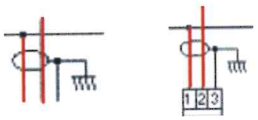
Figura 156: comando di un DC Motor

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

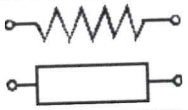
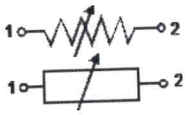
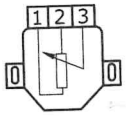
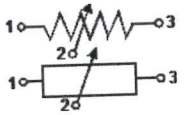
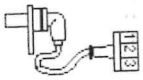
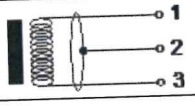
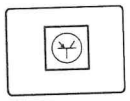
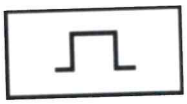
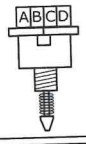
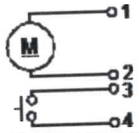
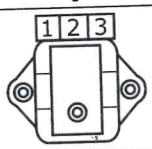
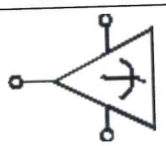
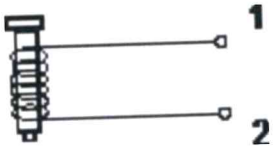
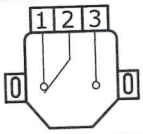
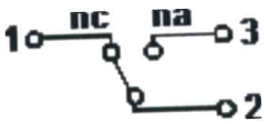
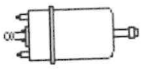
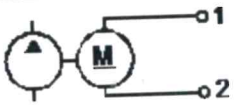
13. Schemi elettrici

13.1 Standard schemi TEXA

La diversificazione dei modelli e il considerevole aumento dei sistemi elettronici presenti sui veicoli, ha fatto assumere alla lettura ed all'interpretazione degli schemi un ruolo fondamentale nella riparazione. E' risaputo che non sempre è facile riuscire a recuperare gli schemi necessari e capita spesso che una volta superato questo problema nasca anche quello della "traduzione" sia dei simboli che della metodologia utilizzata nella stesura e organizzazione dello schema stesso. Tutto ciò è dovuto al fatto che a tutt'oggi non esiste una normativa che regoli la composizione degli schemi elettrici. TEXA venendo incontro a queste esigenze ha da tempo elaborato una propria banca dati contenente schemi elettrici dei più svariati costruttori con la particolarità di adottare per tutti lo stesso "linguaggio". Nella colonna centrale della tabella seguente sono indicati alcuni esempi di componenti e collegamenti con standard TEXA.

Nome significato	Standard TEXA	Elettronico
Fili di collegamento incrociati ma elettricamente isolati tra loro.		
Fili di collegamento incrociati ed elettricamente collegati tra loro.		
Connessione alla massa. ***Simboli diversi nello stesso schema, indicano masse diverse***		
Schermatura elettrica di cavi (L'anello rappresenta la calza metallica che deve essere a massa)		
Batteria di alimentazione		

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Nome significato	Standard TEXA	Elettronico
Resistenza fissa		
Resistenza variabile (es. NTC)		
Resistenza variabile (potenziometro-trimmer)		
Sensore Induttivo		
Modulo elettronico (Indica la presenza di dispositivi elettronici)		
Motorino attuatore.		
Sensore di pressione assoluta		
Iniettori		
Interruttore minima e massima apertura farfalla		
Pompa benzina elettrica		

TEXA S.p.A. - Copyright ® Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

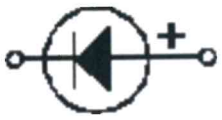
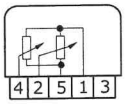
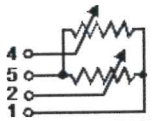
Nome significato	Standard TEXA	Elettronico
Diodo		
Diodo L.E.D. (Diodo Emissione Luminosa)		
Resistenza variabile doppia		

Tabella 16: Confronto tra la simbologia standard e quella adattata da TEXA per campo automotive

Lo schema elettrico TEXA descrive tutte le connessioni elettriche tra la centralina, identificata con il rettangolo centrale, ed i vari dispositivi (Figura 157).

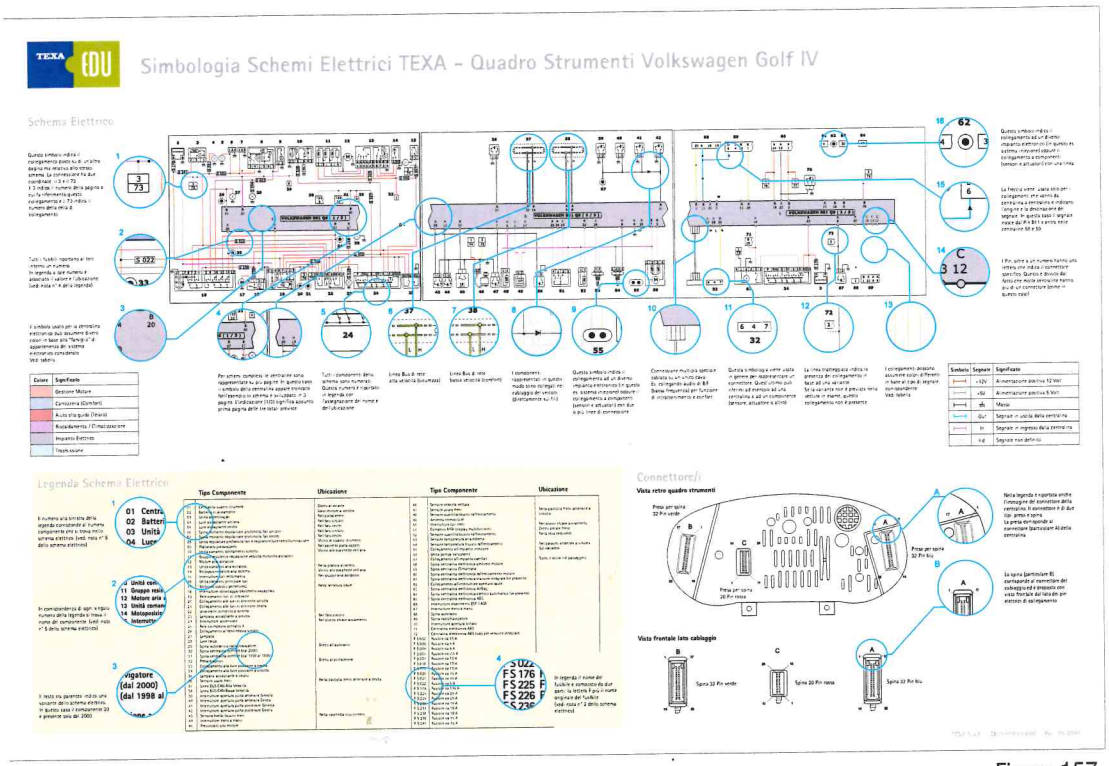


Figura 157

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Nello schema ogni dispositivo è identificato da un numero a cui, nella legenda, vengono associati descrizione e codice.
Attraverso il codice del dispositivo i programmi dell'UNIProbe/TwinProbe e del Pegaso Expander forniscono tutta una serie di informazioni supplementari utili per la verifica del corretto funzionamento del dispositivo specificato (tabella 16).

N° Comp.	Componente	Ubicazione Componente
01	Centralina elettronica ABS	Vicino alla batteria
02	Sensore d'imbardata	Sotto al cruscotto al centro
03	Sensore dello sterzo	
04	Spina UCR (Body Computer)	Vicino al quadro strumenti
05	Centralina elettronica gestione motore	Vano motore
06	Batteria di avviamento	Nel vano motore a sinistra
07	Commutatore di accensione	Abitacolo lato conducente
08	Interruttore freni	
09	Sensore di pressione	Nel gruppo idraulico
10	Interruttore inserimento VDC	Nel tunnel centrale
11	Sensore velocità ruota, ant. sx	Sospensione ruota, ant. sx
12	Sensore velocità ruota, ant. dx	Sospensione ruota, ant. dx
13	Sensore velocità ruota, post. sx	Sospensione ruota, post. sx
14	Sensore velocità ruota, post. dx	Sospensione ruota, post. dx
15	Collegamento all'impianto selespeed	
16	Collegamento all'impianto iniezione	

Tabella 17

Oltre a quello che si è visto nel precedente esempio (figura 157) esistono ulteriori normative che TEXA ha inserito nella simbologia, sempre nell'ottica di migliorare la "leggibilità" dei propri schemi elettrici.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

1

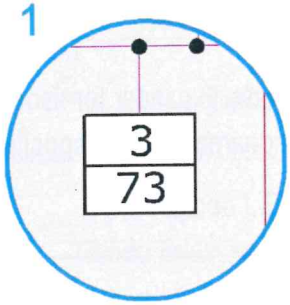


Figura 158

Il simbolo qui di seguito indica il collegamento posto su di un'altra pagina ma relativo allo stesso schema. La connessione ha due coordinate: il 3 e il 73. Il 3 indica il numero della pagina a cui fa riferimento questo collegamento e il 73 indica il numero della cella di collegamento.

2

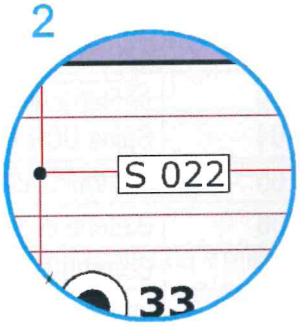


Figura 159

Tutti i fusibili riportano al loro interno un numero. In legenda a tale numero è associato il valore e l'ubicazione.

3

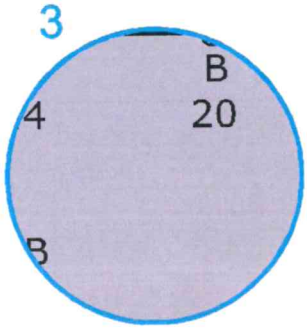


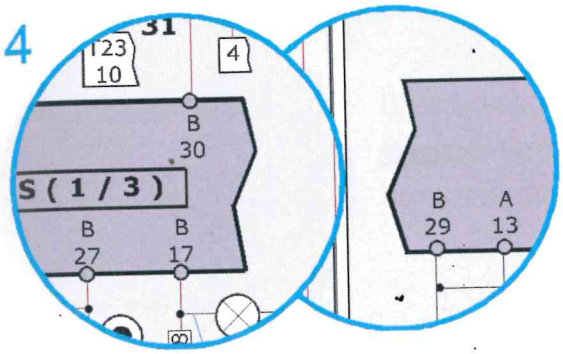
Figura 160

Il simbolo usato per la centralina può assumere diversi colori in base alla "famiglia" di appartenenza del sistema elettronico considerato, secondo legenda presente nella tabella 18.

Simbolo	Significato
	Gestione motore
	Carrozzeria (comfort)
	Aiuto alla guida (Telaio)
	Riscaldamento/climatizzazione
	Impianto elettrico
	Trasmissione

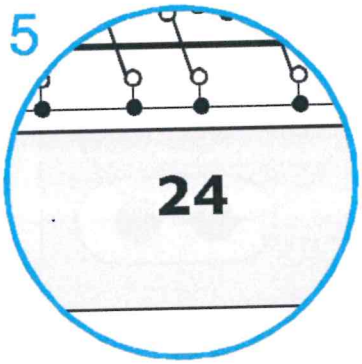
Tabella 18

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02



Per schemi complessi le centraline sono rappresentate su più pagine. In questo caso il simbolo della centralina appare troncato. Nell'esempio lo schema è sviluppato in 3 pagine. L'indicazione (1/3) significa appunto, prima pagina delle tre totali previste.

Figura 161



Tutti i componenti dello schema sono numerati. Questo numero è riportato in legenda con l'assegnazione del nome e dell'ubicazione.

Figura 162

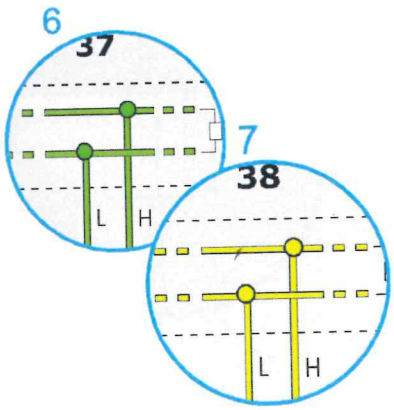


Figura 163

Tipologie di linea Bus di rete:

6) Alta velocità (sicurezza)

7) Bassa velocità (comfort)

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

I componenti rappresentati in questo modo sono collegati nel cablaggio del veicolo (direttamente sui fili).

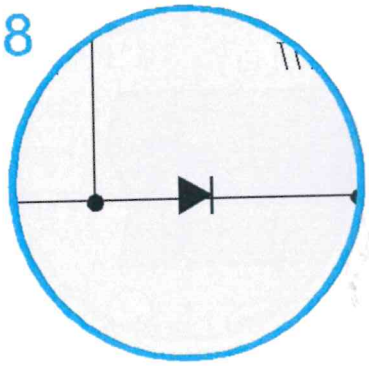
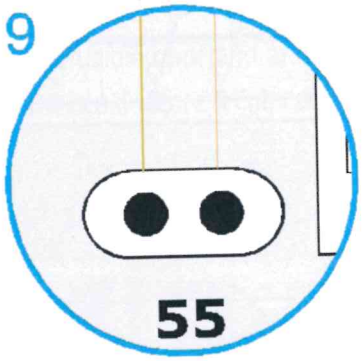


Figura 164



Questo simbolo indica il collegamento ad un diverso impianto elettronico (in questo es. sistema iniezione) oppure il collegamento a componenti (sensori e attuatori) con due o più linee di connessione.

Figura 165

Connessione multipla speciale cablata su un unico cavo.
Es. collegando audio di B.F. (bassa frequenza) per funzione intrattenimento e comfort.

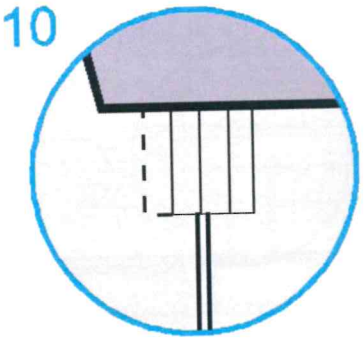


Figura 166

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

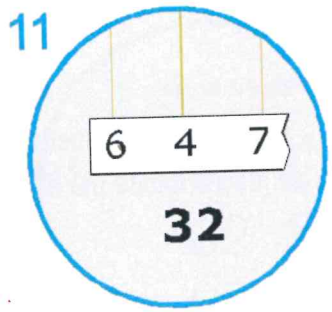


Figura 167

Questa simbologia viene usata in genere per rappresentare un connettore. Quest'ultimo può riferirsi ad esempio ad una centralina o ad un componente (sensore, attuatore o altro).

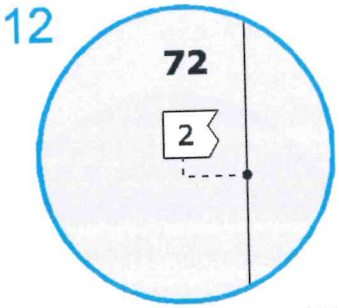


Figura 168

La linea tratteggiata indica la presenza del collegamento in base a una variante. Se la variante non è prevista nella vettura in esame questo collegamento non è presente.

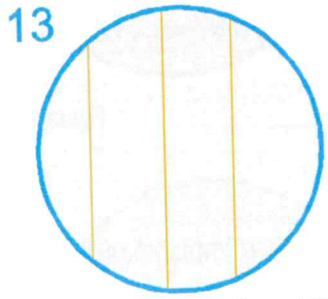


Figura 169

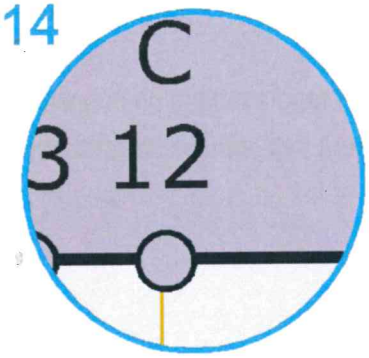
I collegamenti possono assumere colori differenti in base al tipo di segnale corrispondente, come da tabella 19.

Simbolo	Segnale	Significato
	+12v	Alimentazione positiva 12 volt
	+5v	Alimentazione positiva 5 volt
		Massa
	Out	Segnale in uscita dalla centralina
	In	Segnale in ingresso dalla centralina
	n.d.	Segnale non definito

Tabella 19

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

14



I Pin, oltre ad un numero hanno una lettera che indica il connettore specifico. Questo è dovuto al fatto che molte centraline hanno più di un connettore (come in questo caso).

Figura 170

La freccia viene usata solo per i collegamenti (di solito linee di comunicazione seriale) che vanno da centralina a centralina e indicano l'origine e la destinazione del segnale, in questo caso il segnale è entrante nel pin 6 della centralina.

15

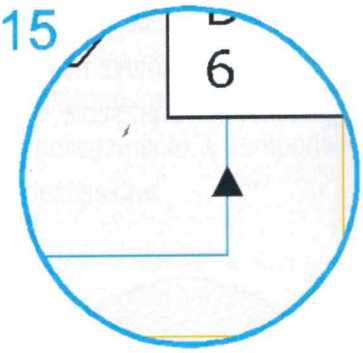
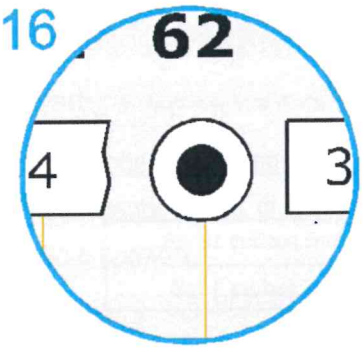


Figura 171

16

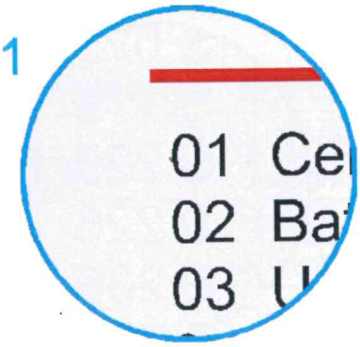


Questo simbolo indica il collegamento ad un diverso impianto elettronico (in questo caso il sistema iniezione), oppure il collegamento a componenti (sensori ed attuatori) con una linea.

Figura 172

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

1



Il numero alla sinistra della legenda corrisponde al numero componente che si trova nello schema elettrico.

Figura 173

2

In corrispondenza ad ogni singolo numero della leggenda si trova il nome del componente.

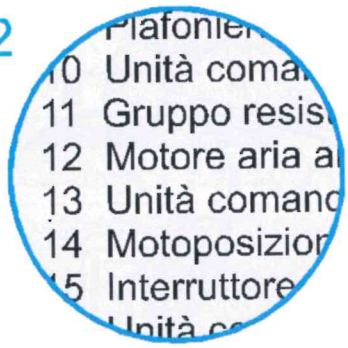


Figura 174

3

Il testo tra parentesi indica una variante dello schema elettrico. In questo caso il componente 30 è presente solo dal 2000.

Figura 175

TEXA S.p.A. - Copyright ® Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

In legenda il nome del fusibile è composto da due parti: la lettera F più il nome originale del fusibile.

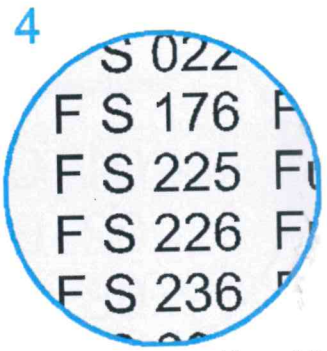


Figura 176

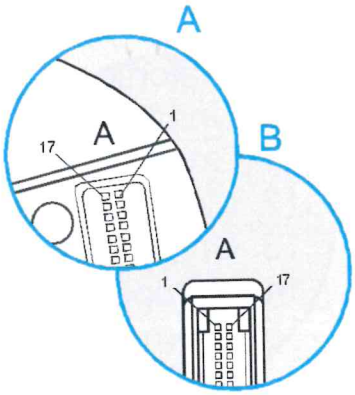


Figura 177

Nella legenda è riportata anche l'immagine del connettore della centralina.
Il connettore è di due tipi: presa e spina.
La presa corrisponde al connettore (particolare A) della centralina.
La spina (particolare B) corrisponde al connettore del cablaggio ed è proposta con vista frontale dal lato dei pin elettrici di collegamento.

Nel particolare dello schema è evidenziata la colorazione dei fili di collegamento. I cavi d'alimentazione provenienti dalla batteria (**6**), dal commutatore (**7**) e dal relé (**8**) sono colorati in rosso, invece il cablaggio del sensore (**14**) è di colore viola trattandosi di segnali in ingresso nella centralina.

Nella lettura degli schemi elettrici capita spesso di trovare alcuni numeri nei collegamenti oppure in diversi componenti (es. relè).
Si tratta di codici numerici che convenzionalmente identificano terminali o grandezze elettriche ben precise.

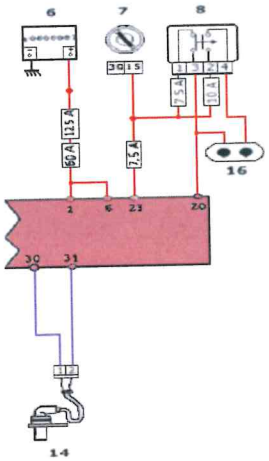


Figura 178

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Alleghiamo la tabella riepilogativa a norme DIN 72552:

Codice numerico	Descrizione
1	Terminale negativo dell'avvolgimento primario della bobina
1° -1b	Detto anche KL1 o riferimento giri
4	Uscita A.T. avvolgimento secondario della bobina
15	Alimentazione posititva con quadro in posizione di marcia
30	Positivo direttamente collegato alla batteria o altrimenti ingresso della linea controllata dal relè (normalmente collegato al positivo)
31	Massa diretta
49	Positivo relè indicatori di direzione
49a	Uscita di comando indicatori direzione
50	Comando avviamento diretto
50a	Uscita di comando del relè avviamento
53	Positivo motorino tergicristallo
54	Positivo luci freni (stop)
55	Positivo fendinebbia
56	Positivo luci
56a	Abbaglianti
56b	Anabbaglianti
58	Positivo luci posizione
61	Positivo luce spia alternatore (D+)
75	Positivo radio accendisigari
85	Terminale negativo di comando relè
86	Terminale positivo di comando relè
87	Uscita del relè verso l'utilizzatore normalmente aperta
87a	Uscita del relè normalmente chiusa

Tabella 20

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

14. Analogico e digitale

I termini "analogico" e "digitale" sono delle espressioni che nel giro di pochi anni sono entrati prepotentemente nell'uso quotidiano. Ancora più frequentemente sono ricorrenti in ambito tecnico soprattutto in almeno tre ambienti: dati, segnali e trasmissioni.

Usando termini e, successivamente, esempi abbastanza semplici, si definisce grandezza analogica quella misura che assume valori continui in un intervallo di tempo. Un segnale continuo è detto segnale **analogico**, cioè analogo, corrispondente al segnale reale (es. la temperatura dell'aria). Se infatti si dovesse visualizzare l'andamento dei gradi centigradi dell'aria durante la giornata si avrebbe una curva senza soluzione di continuità. Stesso paragone è possibile prendendo in considerazione il segnale elettrico in uscita di un potenziometro posto sul pedale dell'acceleratore. Nella sua escursione, partendo dalla posizione di riposo sino ad arrivare alla massima apertura, assumerebbe tutti i valori (a livello infinitesimale); viceversa una grandezza digitale assume solo valori ben determinati (es. gli stati di un semaforo). In questo caso i tre valori che può assumere sono rosso, giallo e verde. Altro esempio calzante è possibile farlo con un interruttore della luce, che può essere acceso o spento.

Le espressioni "analogico" e "digitale" possono, quindi, essere applicate in qualsiasi argomento.

Tornando in ambito tecnico vediamo di spiegarne le applicazioni chiarendo il significato di "dati" e "segnali". Per "dato" si intende un insieme che racchiude una o più informazioni di natura omogenea, il segnale è in sintesi la trasmissione del dato.

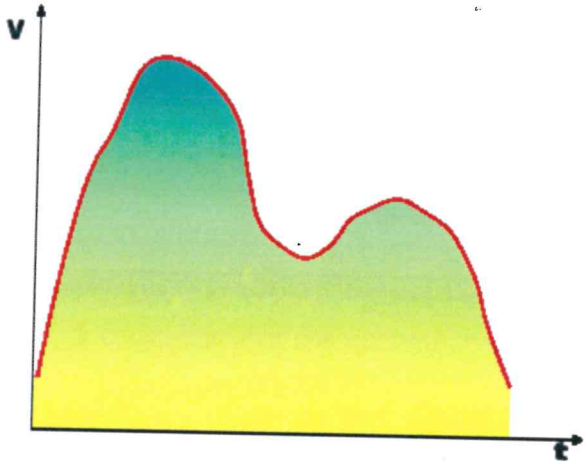


Figura 179

I segnale in figura 179 è chiaramente un segnale analogico. E' possibile convertire tale segnale, da analogico a digitale, effettuando una operazione cosiddetta di campionamento. Supponiamo di suddividere la curva in venti colonne come in figura 180.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

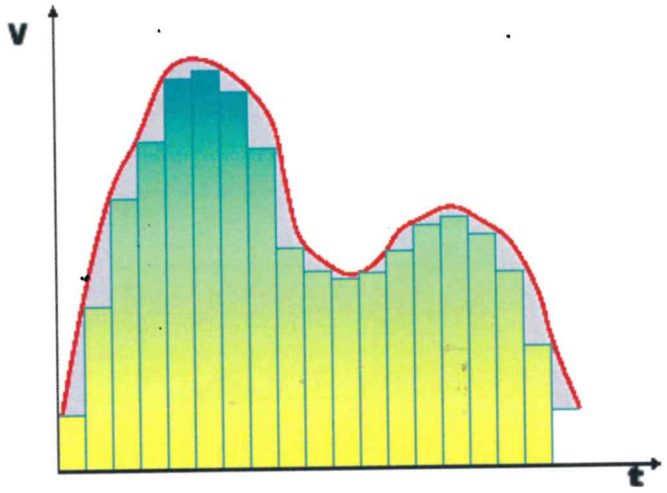


Figura 180

Infatti guardando tale figura si capisce che si è trasformato il segnale analogico, che era composto da infiniti punti ognuno con un valore, in un segnale digitale che è composto da venti punti con venti valori discreti.

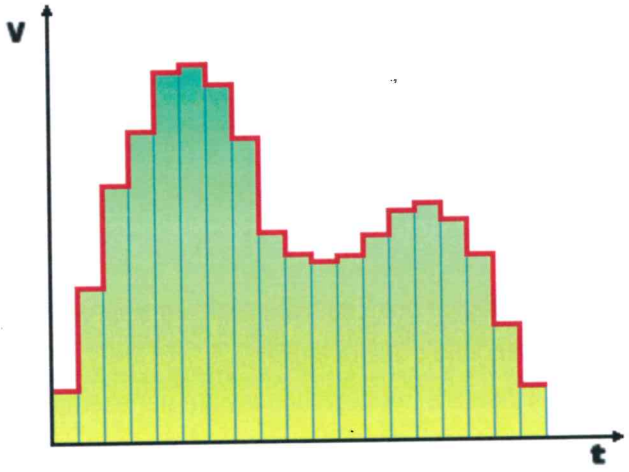


Figura 181

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

Naturalmente nell'esempio (figura 181) la differenza è enorme fra l'originale e la linea rossa digitale ottenuta. Possiamo dire che la linea rossa è una digitalizzazione a pessima risoluzione. Effettuando un campionamento doppio (40 colonnine) si otterrà il risultato rappresentato in figura 182.

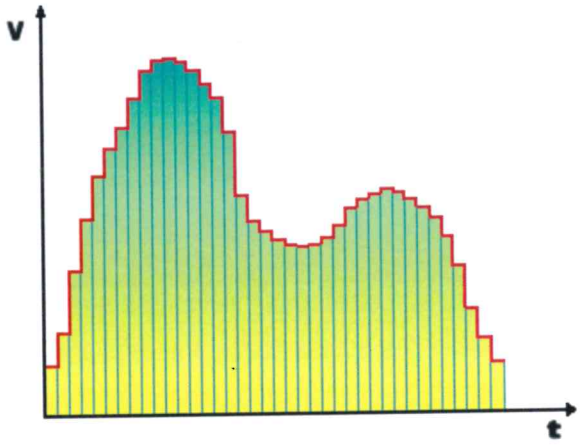


Figura 182

Più si aumenta il numero di campionamenti più il risultato digitalizzato sarà fedele al segnale originale.
Il vantaggio fondamentale di un segnale digitale è quello di essere praticamente immune al rumore elettrico o disturbo perché il dato iniziale, una volta convertito in codice binario, ben difficilmente potrà essere modificato da interferenze.

14.1 La numerazione binaria

Dopo aver digitalizzato il valore analogico potrà essere inviato ad elaboratori, registratori ecc. per mezzo di una sequenza di impulsi che contengono il valore digitale.
Ora se deve essere trasmesso il valore 27 si dovrebbe inviare per esempio un impulso con tensione di 7 volt che corrisponderà alle unità e successivamente un impulso con una tensione di 2 volt che indicherà le decine. Questo sistema di comunicazione crea delle problematiche tecniche quasi insormontabili per colpa dei disturbi di linea elettrica e delle difficoltà nella costruzione di sistemi elettronici per identificare in maniera precisa i valori trasmessi.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Per risolvere il problema si è utilizzato la trasmissione binaria cioè una serie di valori che assumono solo valore alto o basso o meglio presenza di tensione (valore 1) e nessuna tensione (valore 0) .
Questa trasmissione è molto semplice dal punto di vista tecnico perché può essere realizzata con un semplice "interruttore" collegato ad una batteria, quando è chiuso manda un valore alto (1) cioè tensione di batteria mentre quando è aperto manda un valore basso (0) cioè tensione pari alla massa .

Trasmissione del numero 27 usando livelli di tensione con sistema DECIMALE							
6	5	4	3	2	1	0	Posto
10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	Peso associato al posto
1.000.000	100.000	10.000	1.000	100	10	1	Valore del peso associato al posto
0	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**7**	**Valore ricevuto 7 = 7 volt 2 = 2 volt**
0	0	0	0	0	20	7	Corrispondenza di ogni valore ricevuto
0 +	0 +	0 +	0 +	0 +	20 +	7	Trasformazione in numero decimale= 27

Tabella 21

Trasmissione del numero 27 con livelli di tensione con sistema BINARIO							
6	5	4	3	2	1	0	Posto
2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Peso associato al posto
64	32	16	8	4	2	1	Valore del peso associato al posto (in decimale)
0	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**Valore ricevuto 1 = Vcc 0 = massa**
0	0	16	8	0	2	1	Corrispondenza di ogni valore ricevuto
0 +	0 +	16 +	8 +	0 +	2 +	1	Trasformazione in numero decimale= 27

Tabella 22

Un segnale binario è quindi una sequenza di impulsi i quali possono assumere solo due valori (o uno o zero) e formano un segnale definito **digitale binario**. Ogni valore 0 o 1 corrisponde a un **bit**.

Un bit corrisponde all'unità digitale fondamentale e anche per questa grandezza esistono dei multipli, si parla allora di:

1 byte = 8 bit
1 Kbyte = 1024 byte
1 Mbyte = 1.048.576 byte
1 Gbyte = 1.073.741.824 byte

Un byte, come si è visto, è composto da 8 bit. Ognuno di questi bit, ha posizione da 0 a 7, quindi il numero decimale che può essere inviato con un byte può avere valore da 0 a 255 (256 combinazioni).

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Esempio di valore massimo trasmesso con un byte								
7	6	5	4	3	2	1	0	Posto
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2°	Peso associato al posto
128	64	32	16	8	4	2	1	Valore del peso associato al posto (in decimale)
1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**Valore dei singoli bit**
128	64	32	16	8	4	2	1	Valore di ogni bit
128 +	64 +	32 +	16 +	8 +	4 +	2 +	1=	**255 valore decimale**

Tabella 23

Di conseguenza si può intuire in che modo le informazioni analogiche rilevate dai sensori possano essere trasformate in valori binari. All'interno delle centraline elettroniche tutte le elaborazioni effettuate, i calcoli le memorizzazioni i confronti, vengono eseguiti su base binaria.

Semplificando, la struttura interna di una centralina elettronica è come quella rappresentata in figura 183.

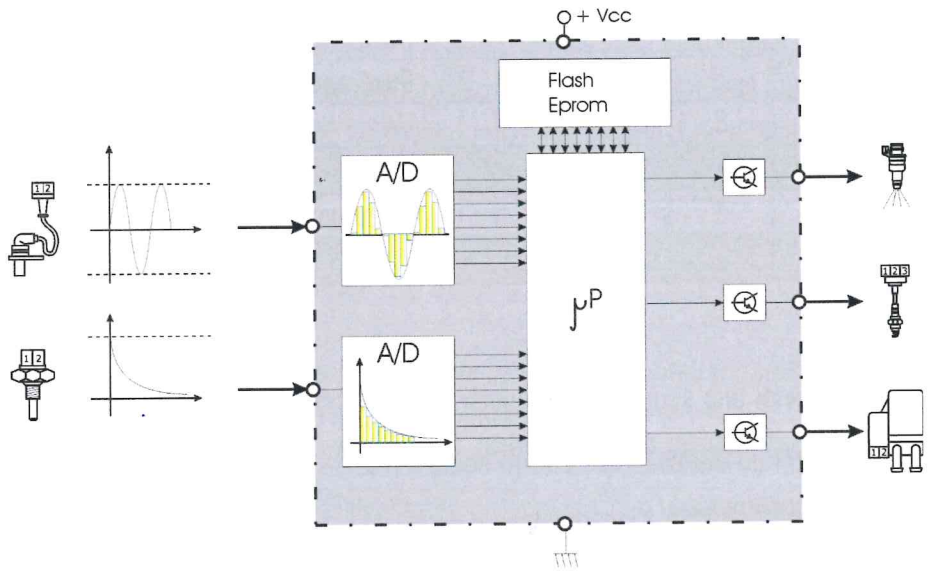


Figura 183

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Nell'architettura di una qualsiasi centralina elettronica esiste la stessa struttura indicata nello schema precedente, che riassumendo indica un sistema di iniezione dove le informazioni entranti dei sensori vengono trasformate, dalla centralina, da un segnale analogico ad un segnale digitale binario, tramite dei convertitori Analogico/Digitale che poi rendono disponibile il dato in forma numerica al micro processore.

INFO *L'informazione di tipo digitale non è legata ai livelli del segnale, ma alla sequenza di segnale alto - basso (1-0).*

In base ad un programma scritto nella flash eprom il micro riesce a realizzare i calcoli ottimali per definire i comandi agli attuatori in uscita (iniettori, bobine, ecc.), dato che il segnale in uscita del micro non ha la potenza sufficiente ad azionare l'attuatore esisterà quindi un modulo di potenza, realizzato con transistor, che permetterà di avere una tensione ed una corrente sufficienti a realizzare il comando.

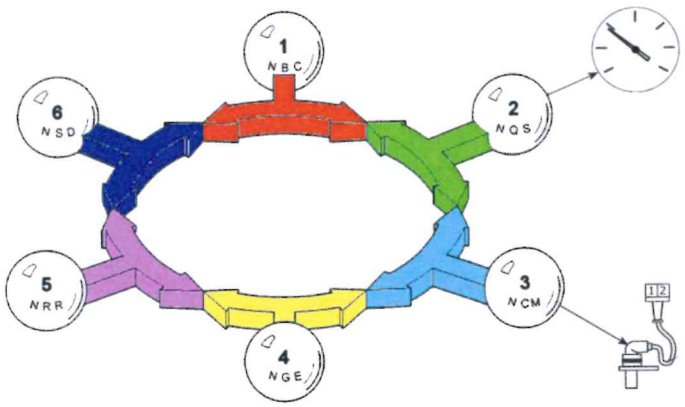


Figura 184

Questo è solo un semplice esempio di una qualsiasi centralina presente in un veicolo, esistono ormai sistemi molto più complessi nella gestione e nell'interscambio dei dati, reti di centraline collegate tra loro tramite linee digitali dove viene permessa la condivisione delle informazioni.
Queste tecnologie di rete verranno analizzate in dettaglio nella specifica documentazione preparata da TEXA nei prossimi corsi di formazione.

Il segnale relativo alla velocità veicolo, per esempio, viaggia sia nella rete ad alta che a bassa velocità: nella prima sarà un segnale in ingresso per le centraline dei sistemi di sicurezza e controllo motore, nella seconda informerà le centraline relative ai sistemi Comfort-Infotainment che necessitano di tale dato.
Vista la complessità di tale sistema si necessita dell'utilizzo di un modulo specifico chiamato T-NET che ne permette la diagnosi.

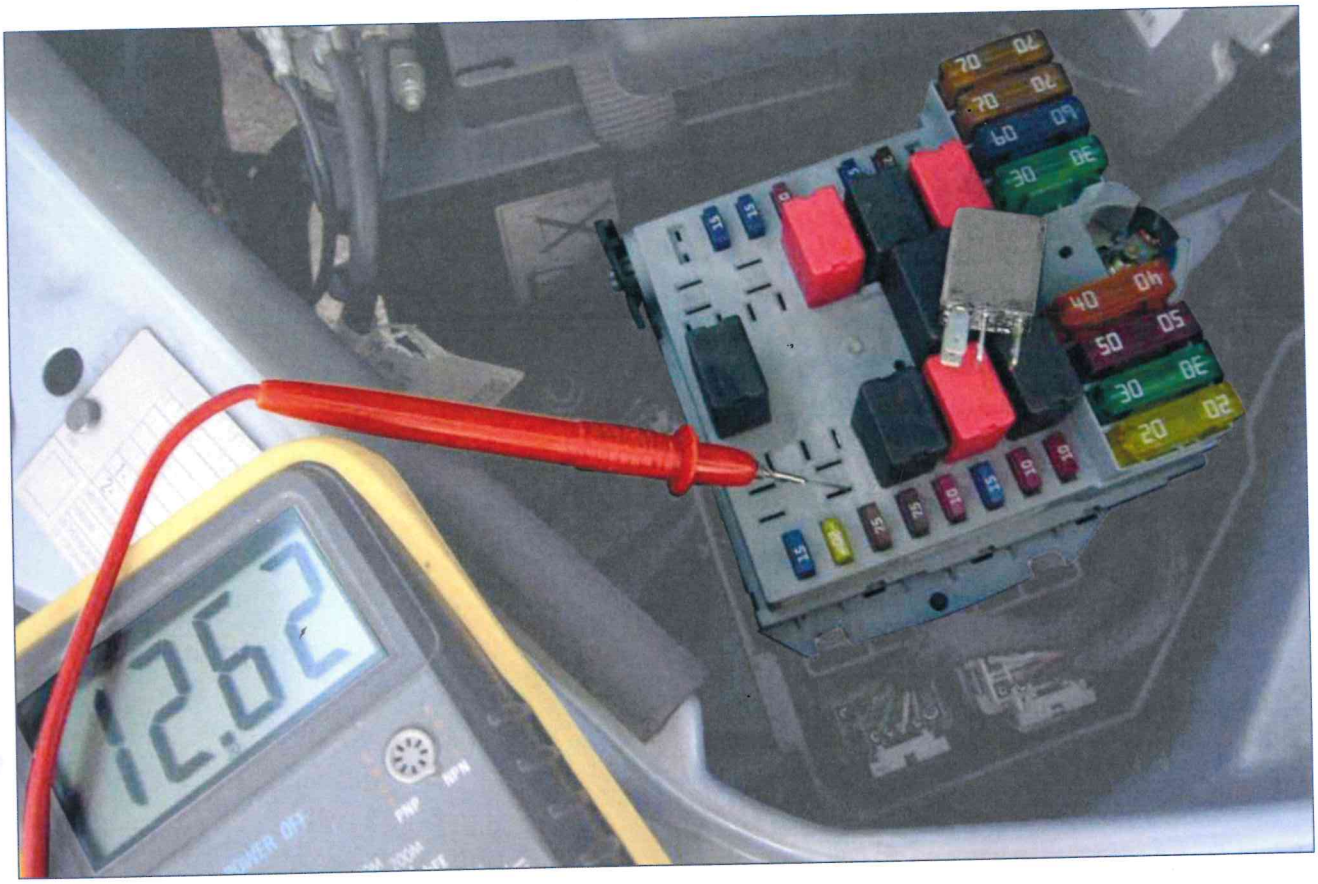
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Dicembre 2005 | Manuale allievo

Corsi di formazione per autoriparatori

G1

Esercitazione



TEXA EDU

CARATTERISTICHE DI BASE DI UNIPROBE

Descrizione strumenti di UNIProbe

UNIProbe è uno strumento di acquisizione per misure di tipo analogico e digitale e rappresenta il sistema di acquisizione più completo concepito per il mondo della diagnosi auto, moto e veicolo industriale. UNIProbe è in grado di svolgere le funzioni di:

- **Modulo Oscilloscopio** *a 4 canali (Ch);*
- **Modulo Multimetro;**
- **Modulo BPP**[1] *per la prova specifica del sistema Batteria, Avviamento e Ricarica;*
- **Modulo TNET**[1] *per prove elettriche su BUS di rete multiplexing;*
- **Modulo Generatore segnali**[1] *per simulare vari segnali elettrici (funzione predisposta).*

Legenda:

1. LED VERDE: indica che lo strumento è alimentato:
- Accesso Fisso: strumento alimentato;
- Spento: strumento spento.

2. LED ROSSO: indica lo stato di carica della batteria interna dello strumento:
- Acceso Fisso: strumento in carica;
- Acceso Lampeggiante: segnalazione problemi alla batteria interna;
- Spento: strumento non in carica.

3. LED BLU: indica lo stato della comunicazione *Bluetooth*:
- Acceso: comunicazione attiva;
- Spento: comunicazione disattivata.

4. PANNELLO FRONTALE: su questo pannello sono disposti tutti i connettori relativi ai vari moduli dello strumento.

5. ANTENNA *BLUETOOTH*: Antenna radio per la comunicazione *Bluetooth*.

Legenda:

1. ANTENNA *BLUETOOTH*: Antenna radio per la comunicazione *Bluetooth*.

2. GND REF: riferimento a massa dei canali del modulo oscilloscopio.

3. CONNETTORE CPC 28 POLI: connessione dei cablaggi per i kit BPP, TNET, ALTA TENSIONE.

4. ON/OFF: tasto di accensione dello strumento.

5. BOCCOLE DEL MODULO MULTIMETRO: collegamento dei cablaggi per le funzioni del modulo multimetro.

6. DC PWR: connettore per alimentazione UNIProbe.

7. USB 2: porta USB 2.0 (compatibile USB 1.0) per comunicazione e aggiornamento firmware.

8. OSCILLOSCOPE (CH1,CH2, CH3, CH4): ingressi oscilloscopio.

1 Queste funzioni possono essere usate acquistando i Kit dei cablaggi opzionali per UNIProbe.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Alimentazione dello Strumento

É possibile alimentare lo strumento in quattro differenti modi:

- tramite alimentatore esterno;
- tramite cavo batteria;
- tramite cavo accendisigari;
- tramite batteria interna.

La tensione di funzionamento è pari a 8 V - 32 V DC. Lo strumento è opportunamente protetto in caso di inversione dei cablaggi di alimentazione.

Nell'uso con alimentazione tramite cavo batteria si consiglia di utilizzare l'apposita linguetta anti-strappo per assicurare il cavo.

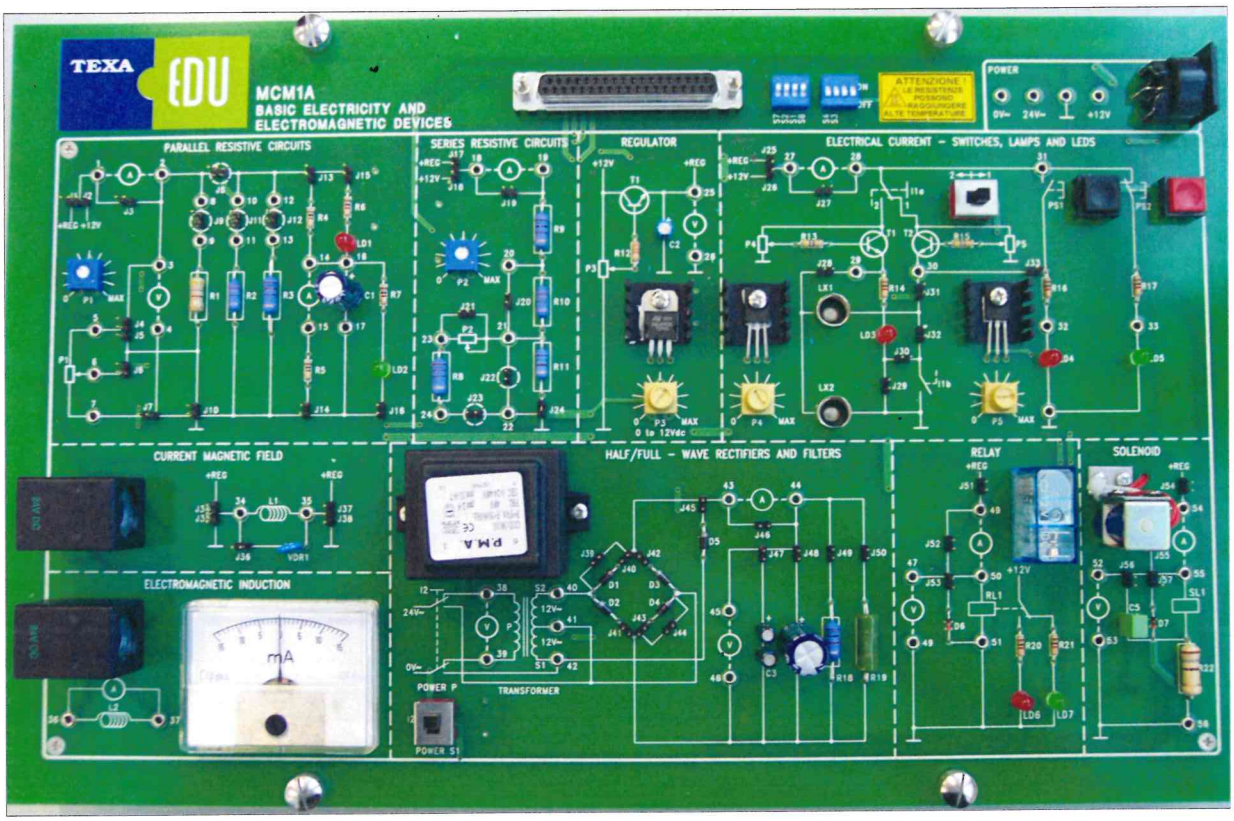
Connettività agli strumenti TEXA e al PC

UNIProbe è privo d'interfaccia di visualizzazione perché pensato come modulo satellite di un'unità centrale di elaborazione/visualizzazione.
Questa unità di elaborazione/visualizzazione può essere un carrello della serie MULTIPEGASO, un prodotto della serie AXONE mobile oppure un normale PC sul quale sia installata una versione IDC4 uguale o superiore alla 32.0.0 CAR, o alla 17.0.0 TRUCK.
La comunicazione con l'unità centrale avviene via Bluetooth o tramite cavo USB.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

SIMULATORE DIDATTICO

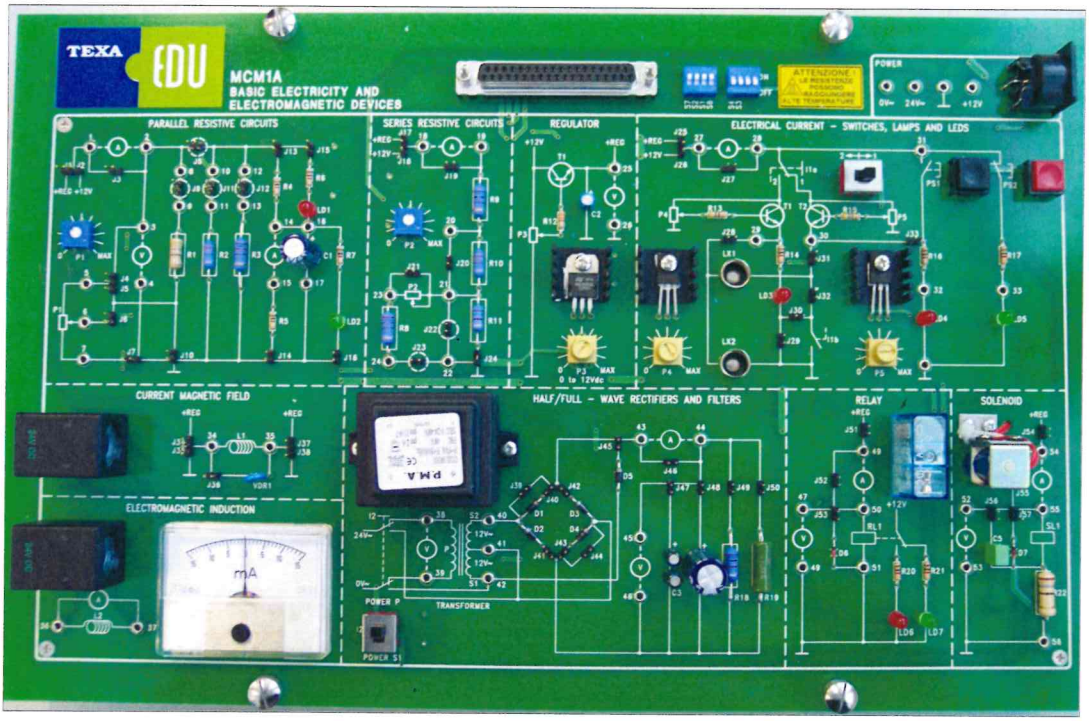
SCHEDA MCM1A



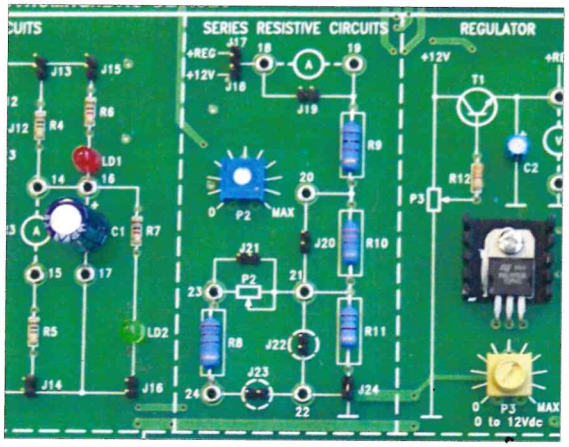
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°1
MISURA DELLA TENSIONE E DELLA CORRENTE IN UN CIRCUITO SERIE

Consolle da utilizza: MCM1A (tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuito in alto,la seconda a partire da sinistra



Obiettivi

- Misura della corrente in un circuito in serie
- Definizione della resistenza equivalente del circuito serie
- Misura della f.e.m. presente ai capi di una resistenza in un collegamento in serie

Nella modalità multimetro chiarire bene il motivo del cambio della scala di misurazione dell'AXONE ed il significato dei colori dei suoi cavi di misura. E' necessario che comprendano che la misura in serie, inserendosi in cascata al circuito, diventa pericolosa

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 – Rev.02

Sessione prove consolle

Prova :

1. Disinserire tutti i ponticelli
2. Leggere i valori delle singole resistenze R9 , R10 ,R11 con il codice dei colori e verificarlo con il multimetro
3. Confrontare il valore della resistenza equivalente teorica (SRi=R9+R10+R11) con la misura delle tre resistenze (resistenza totale=580ohm)
4. Inserire i ponticelli J18,J22 e l'amperometro tra 18-19, misurare la tensione tra il punto 18 e massa e la corrente indicata dall'amperometro
5. Inserire l'amperometro al posto di J22,tra i punti 21 e 22per misurare le correnti che attraversano le resistenze R9 ed R10 (verificare che le correnti che attraversano le resistenze sono uguali alla corrente I fornita dall'alimentazione
6. Inserire i ponticelli J18,J20,J22,J24, il voltmetro tra 18-22 e l'amperometro tra 18-19;misurare la corrente e la tensione nel circuito
7. Inserire in serie al circuito la resistenza R10 togliendo il ponticello J20, e ripetere le misure
8. Togliere poi anche il ponticello J22, e ripetere ancora le misure.

Verificare che la f.e.m. ai capi di ogni singola resistenza diminuisca con l'aumento delle resistenze montate in serie e che la corrente presente nel circuito diminuisce con l'aumento delle resistenze. Il non funzionamento di un componente in un circuito serie interrompe il funzionamento di tutti gli altri componenti mentre,un corto circuito di un componente in un circuito serie fa aumentare la tensione ai capi degli altri.

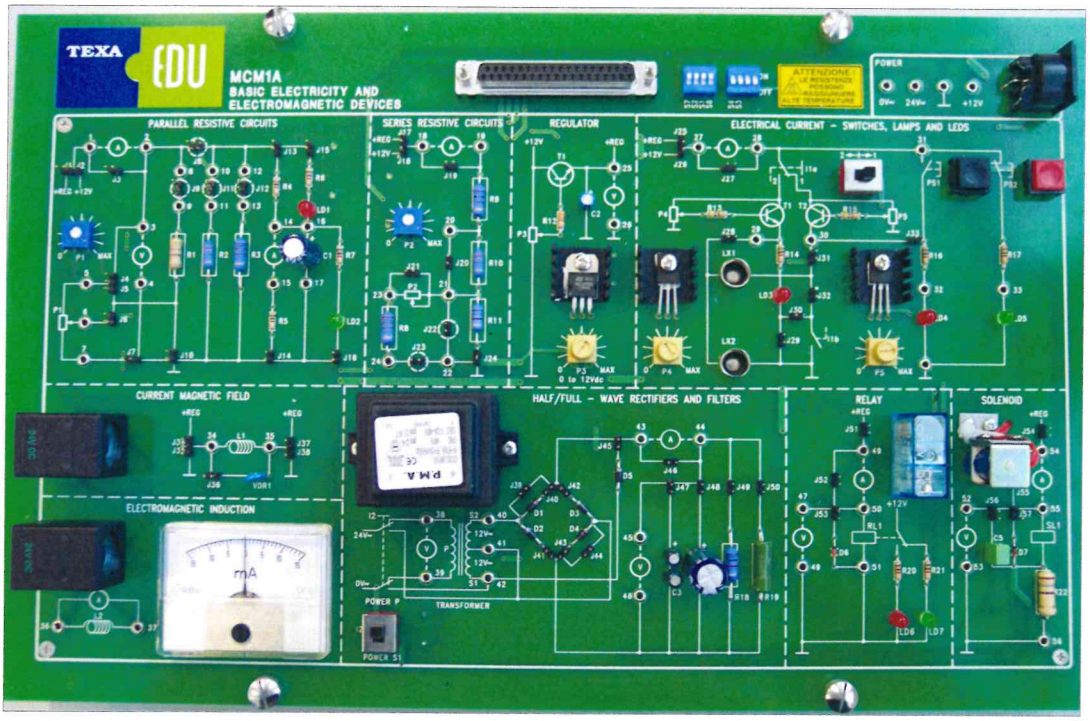
Limiti AXONE: misura minima corrente 15 mA. Il trainer è protetto ed eroga al massimo una corrente di 1,1 A (nessun pericolo per l'AXONE che sopporta Max 2 ampere)

Terminata la prova Voltmetro far togliere tutti i Cavallotti

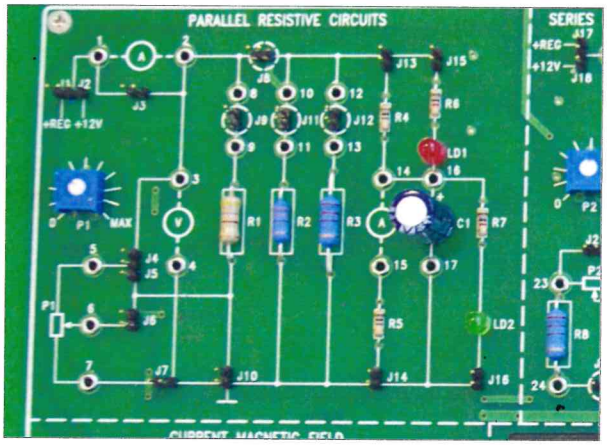
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°2
MISURA DELLA TENSIONE E DELLA CORRENTE IN UN CIRCUITO IN PARALLELO

Consolle da utilizzare: MCM1A(tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuito in alto,la prima da sinistra



Obiettivi

- Definizione della resistenza equivalente del circuito in parallelo
- Misura della corrente in un circuito in parallelo
- Misura della f.e.m. presente ai capi di una resistenza in un collegamento parallelo

Nella modalità multimetro chiarire il motivo della scala di misurazione dell'ÀXONE

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sessione prove consolle

Prova parallelo :

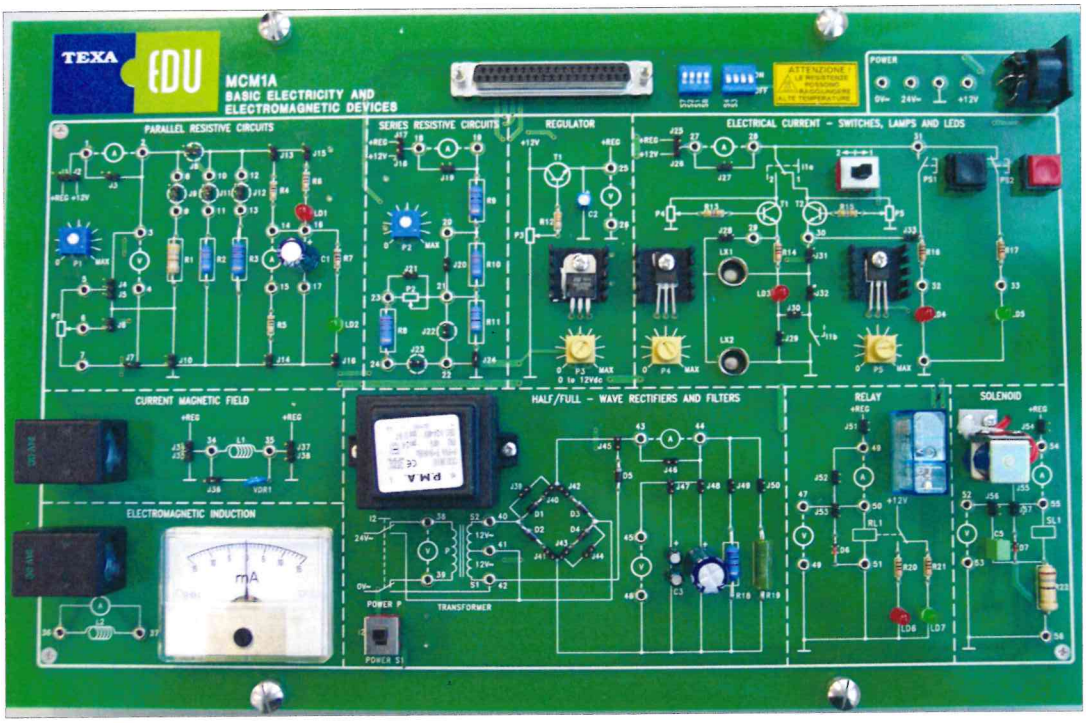
1. Leggere il valore delle resistenze R1,R2,R3 con il codice dei colori e verificarli con il multimetro
2. Inserire i ponticelli J8,J9,J10,J11 e J12 misurare con il multimetro la resistenza totale Rt delle tre resistenze montate in parallele
3. Inserire l'amperometro tra 1-2 ed il voltmetro tra 3-4 e lasciare inseriti i ponticelli della misura precedente ed inserendo J2 misurare la tensione V e la corrente I sul circuito. Note tali grandezze far calcolare la resistenza equivalente e provarlo con il valore trovato
4. Togliere prima il ponticello J11 e successivamente J12,facendo attenzione alle variazioni della corrente e della tensione indicate dagli strumenti

Verificare che la tensione e corrente di un componente rimangano invariate qualsiasi sia il numero di componenti aggiunti in parallelo; la corrente fornita dal generatore aumenti con l'aumentare delle resistenze in parallelo che la resistenza equivalente diminuisca all'aumentare delle resistenze in parallelo

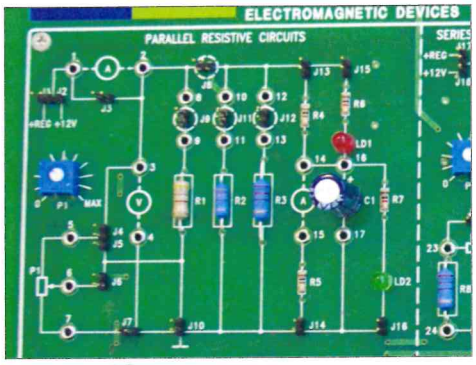
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

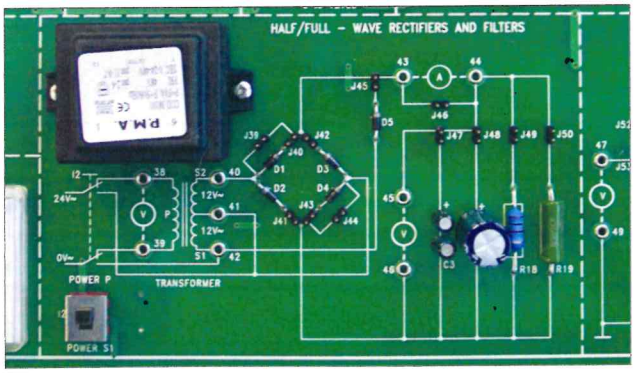
Prova N°3
CAPACITA' E CONDENSATORI

Consolle da utilizzare: MCM1A(tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuito centrale in basso e in alto a sinistra





TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

Obiettivi:

- Verifica sperimentale del funzionamento del condensatore come blocco di corrente continua
- Utilizzazione di una capacità come sorgente di tensione
- Studio dei segnali di tensione e corrente in un condensatore

Sessione prove consolle

Prova 1: Verifica sperimentale del funzionamento di un condensatore:

1. Inserire J39,J44, J46 e J47 regolare i multimetro sulla funzione voltmetro in alternata
2. Posizionare I2 su P
3. Inserire i puntali del voltmetro nei punti 45-46 e misurare la tensione presente ai capi del condensatore
4. Spostare J39 su J40 in modo da sostituire la sorgente di alimentazione alternata in una continua (Nel caso delle tensioni alternate,il condensatore si carica e si scarica per seguire le variazioni della tensione presente ai suoi capi e si ha componente continua perché la scarica del condensatore è più lenta della scarica del fronte di discesa della sinusoide di alimentazione)

Prova 2: La capacità come sorgente di energia

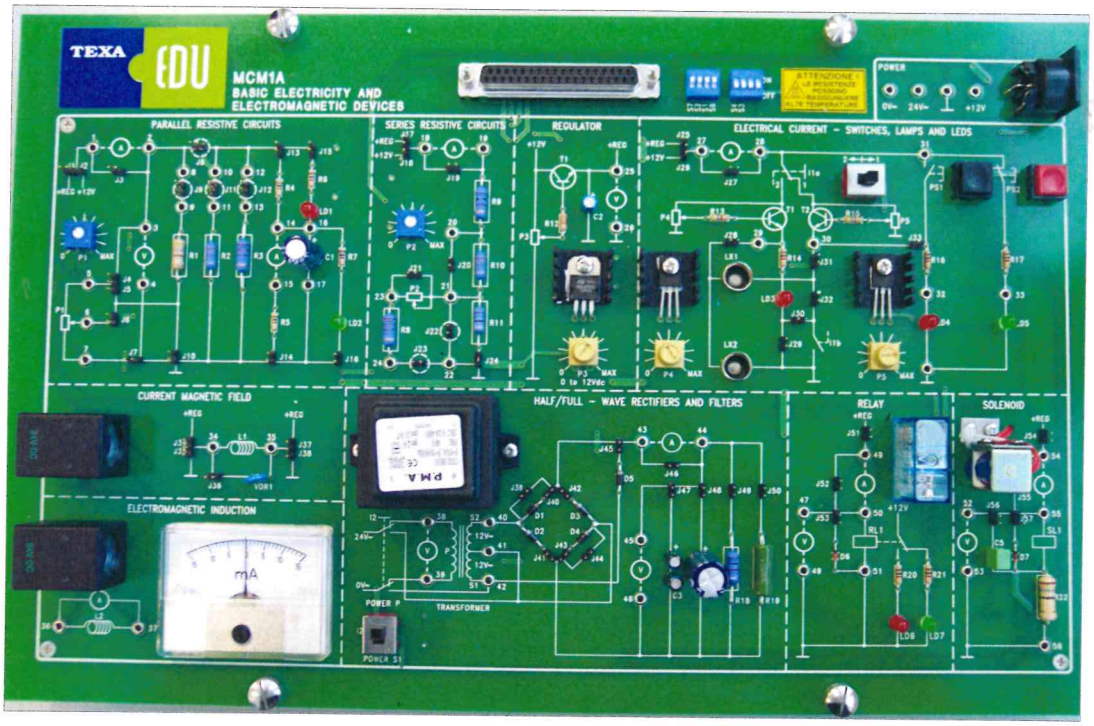
1. Inserire J15 per collegare il condensatore CI alla sorgente di alimentazione +12 V
2. Osservare che il led LD1 inizialmente da una intensità luminosa forte, gradualmente si attenua fino a spegnersi quando il condensatore C1 è completamente carico. Verificare che la tensione ai capi del condensatore (punti 16-17) sia 10,5
3. Spostare J15 su J16, osservare che il led LD2 che inizialmente ha un'intensità luminosa forte gradualmente si attenua fino a spegnersi (C1 è completamente scarico)

Terminata la prova Voltmetro far togliere tutti i Cavallotti

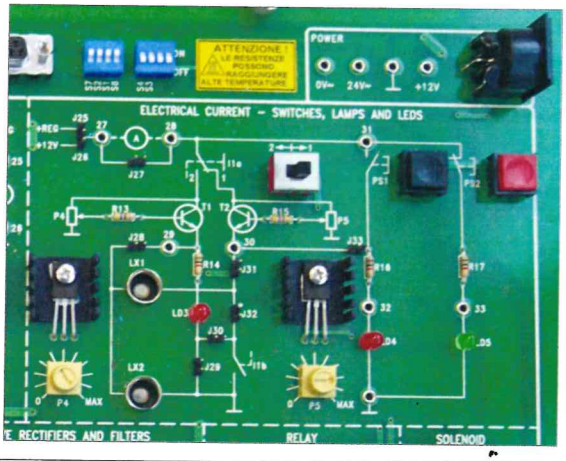
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°4
ESERCITAZIONI INTERRUTTORI

Consolle da utilizza: MCM1A



Circuito da utilizzare: Circuito in alto a destra



Obiettivi

- Comprensione della differenza fra un interruttore ed un pulsante.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sessione prove consolle

Prova n°1: Interruttore

Inserire il cavalletto J25 ,J27 e J33 posizionare l'interruttore (SW1A) dalla posizione 2 alla posizione 1 e verificare che l'accendersi del LD4 avvenga in modo stabile.

Prova n°2: Pulsante

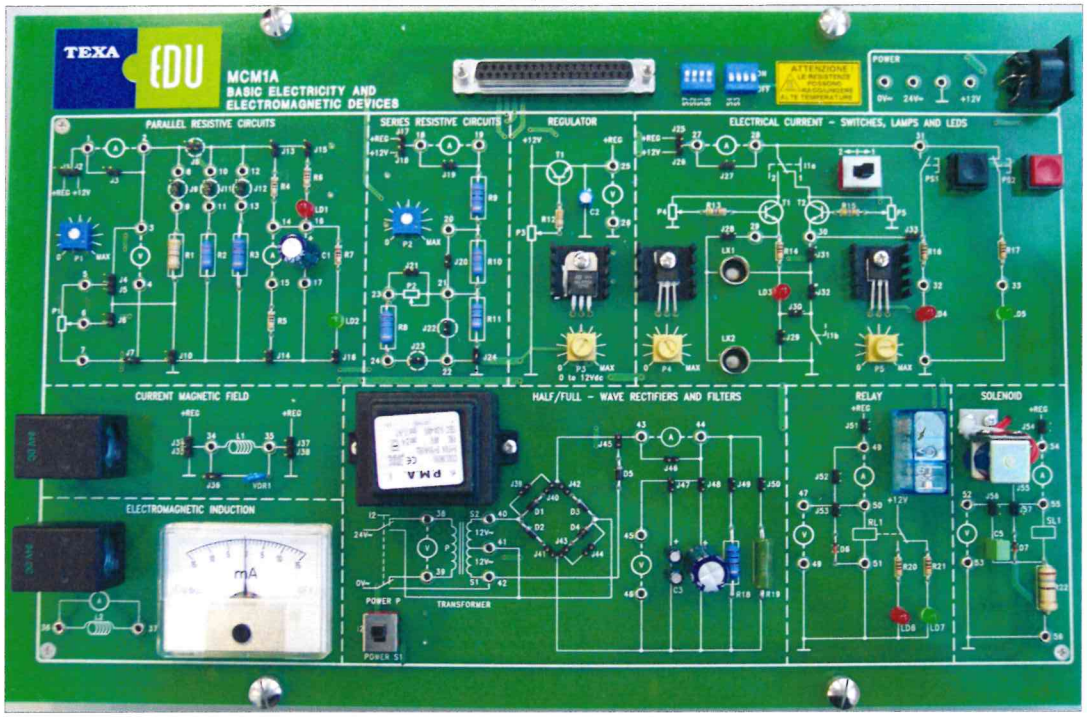
Con gli stessi cavalletti precedenti, posizionare lo switch nella posizione 2 e pigiando i pulsanti PS1 e PS2 osservare come l'uno sia NA e l'altro NC.

Terminata l'esercitazione sugli Interruttori far togliere tutti i Cavallotti.

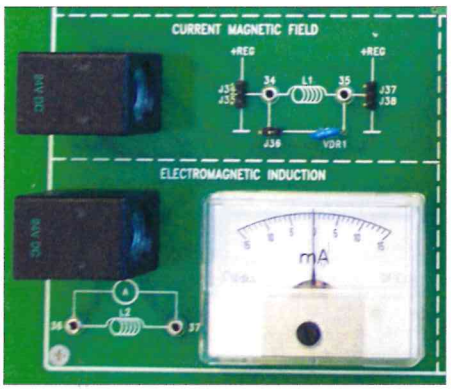
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°5
CAMPO MAGNETICO E induzione elettromagnetica

Consolle da utilizzare: MCM1A(tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuito in basso a sinistra



Obiettivi:

- Identificare le polarità di un magnete
- Individuare i materiali ferromagnetici
- Definire il campo magnetico generato da una corrente
- Identificare le polarità di una bobina
- Dimostrare sperimentalmente che si produce una tensione ai capi di una bobina quando le linee di forza di un campo magnetico si spostano attraverso le sue spire
- Dimostrare che la polarità della tensione indotta dipende dalla direzione di movimento del campo magnetico
- Dimostrare che la velocità alla quale le linee di forza del campo magnetico tagliano le spire della bobina influenza la quantità di tensione indotta

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sessione prove consolle

Prova n° 1: polarità di un magnete permanente

1. Utilizzando i 2 magneti a corredo verificare le regole del magnetismo :
   - Due polarità identiche si respingono
   - Due polarità diverse si attraggono
2. Utilizzando la bussola identificare qual è la polarità della parte colorata,sapendo che la posizione dell'ago della bussola è la risultante delle forze applicate dal nord e dal polo sud del magnete sul polo sud e polo nord dell'ago
3. Utilizzando un magnete verificare quale dei nuclei non viene attratto (ottone) ;
4. osservare quale materiali sia un buon conduttore(quello con minor resistenza) , spiegando a questo punto che non ci sono relazioni tra proprietà magnetiche ed elettriche

Prova n° 2: campo magnetico generato da una bobina alimentata

1. Nel circuito denominato "CURRENT MAGNETIC FIELD",INSERIRE i ponticelli J34 e J38 in modo da alimentare la bobina L1. Predisporre la tensione + REG a +12V con il potenziometro P3 su max. Utilizzando la bussola,verificare la presenza di un campo magnetico attorno alla bobina e identificare la polarità. Togliere i ponticelli precedenti e inserire il J35 e il J37 e verificare che la polarità s'inverta.
2. Togliere di nuovo i ponticelli,inserire il nucleo ferromagnetico (colorato di rosso) all'interno della bobina,inserire di nuovo i ponticelli J34 e J38 e con la stessa alimentazione precedente verificare un aumento di coppia del campo magnetico sull'ago. Infine variando la tensione, verificare l'impatto di questa sul campo magnetico.

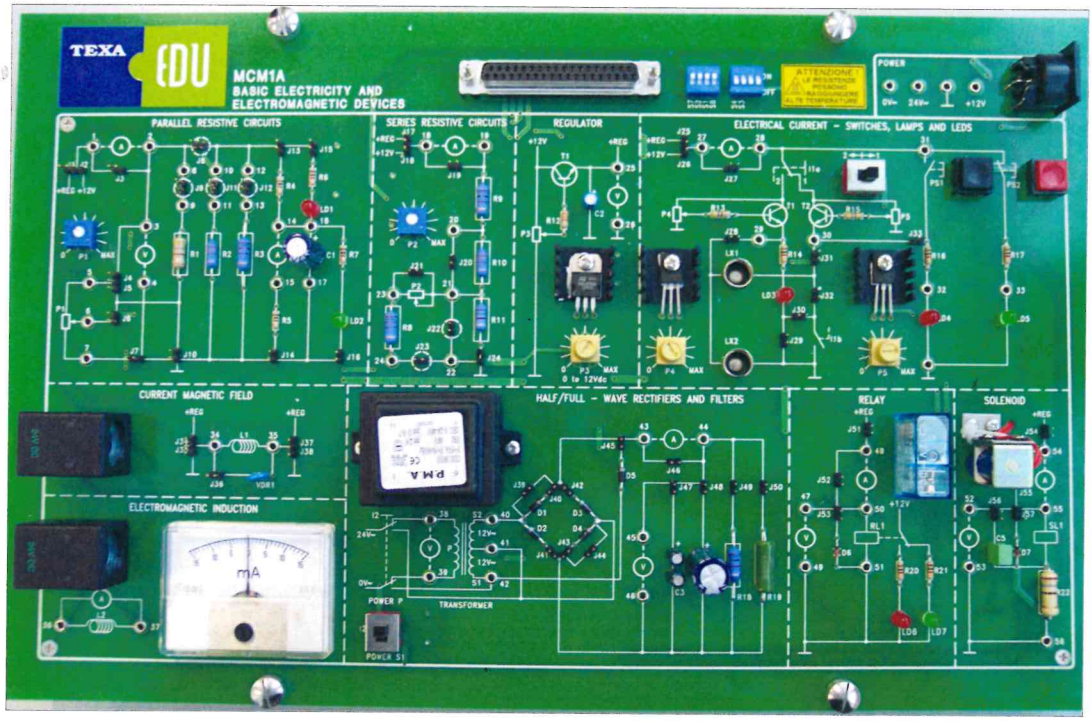
Prova n°3: forza elettromotrice indotta

- Inserire un magnete e mantenerlo fermo all'interno della bobina L2 del circuito "ELECTROMAGNETIC INDUCTION". Lo strumento indica la corrente che scorre nella bobina. Verificare che se il magnete è fermo non scorra corrente .Movimentare il magnete (induttore)in modo da provocare una deviazione dello strumento e verificare che l'intensità della corrente aumenti nella bobina (indotto)quando lo spostamento diventa più veloce.

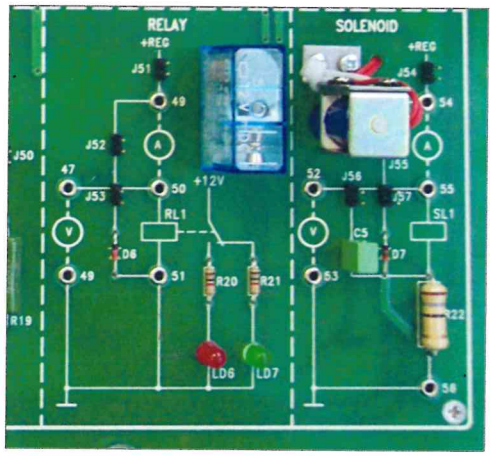
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°6
RELE' e SOLENOIDE

Consolle da utilizzare: MCM1A(tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuiti in basso a destra



Obiettivi:

- Definizione e applicazione dei relè
- Definizione e applicazione dei solenoide
- Corrente di inserimento
- Corrente di rilascio

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Sessione prove consolle

Prova n°1: forza elettromotrice indotta

- Inserire nel circuito "RELAY" il ponticello J51 per collegare l'alimentazione variabile +REG,regolata dal potenziometro P3. Tra i punti 49 e 50 inserire l'amperometro o il ponticello J52. Quando il relè è diseccitato il led verde è acceso,invece quando la spia rossa è accesa il relè è attivo.
- Iniziando da +REG = 0V, aumentare lentamente la tensione,al momento della chiusura,la spia rossa si accende e a quel punto rilevare la tensione tra i punti 49 e 50,ovviamente diminuendo la tensione il led verde si riaccende.
- Il ponticello J53 inserisce il diodo D6 in modo da bloccare la sovratensione quando il relè passa dallo stato "attivo"allo stato "non attivo",causato dalla variazione veloce di flusso nella bobina quando viene tolta l'alimentazione al relè. Verificare l'effetto collegando l'oscilloscopio ai capi della bobina tra i punti 50 e 51,senza e con il diodo D6.

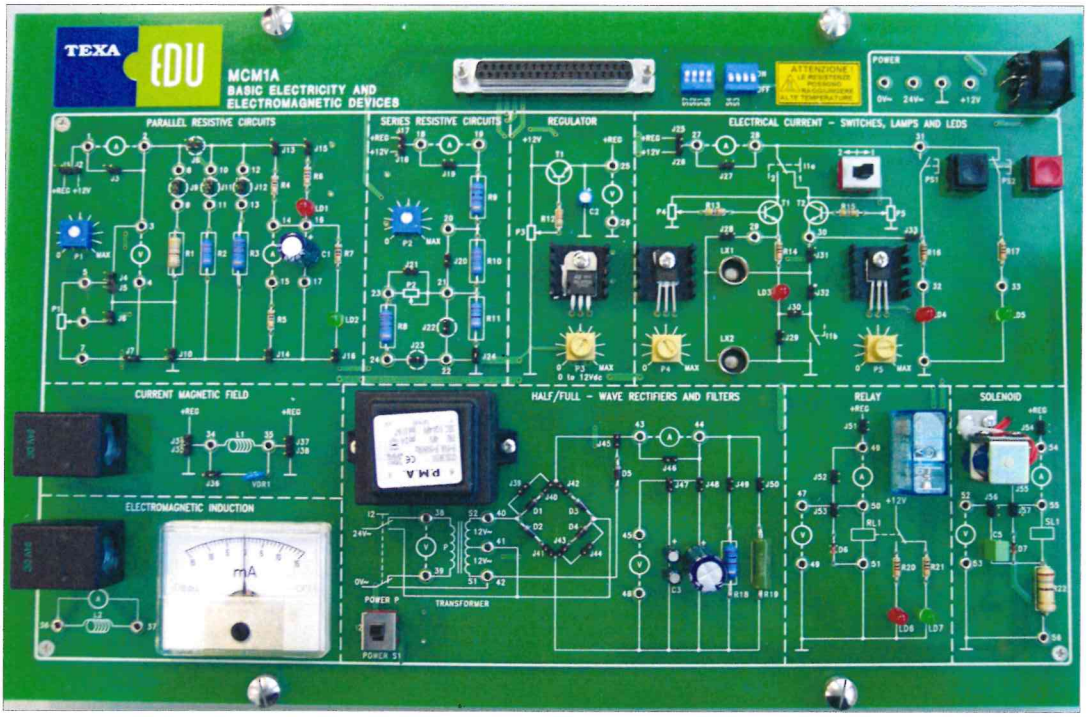
Prova n°2: forza elettromotrice indotta

- Inserire nel circuito "SOLENOID" il ponticello J54 per collegare l'alimentazione variabile +REG. Tra i punti 54 e 55 inserire l'amperometro o il ponticello J55 nello stato attivo il solenoide funziona in trazione.
- Iniziando da +REG = 0V,aumentare lentamente la tensione,al momento della trazione,rilevare la tensione tra i punti 55 e 56 e la corrente tra 54 e 55. Allo stesso modo rilevare la tensione e la corrente nel momento del rilascio.
- In modo analogo al relè,verificare l'effetto del diodo D7 inserito con il ponticello J56 e del condensatore C5 inserito con il ponticello J56

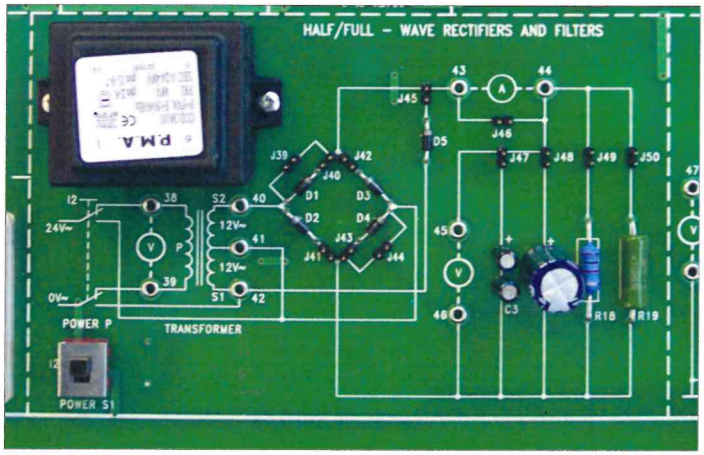
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°7
TRASFORMATORE

Consolle da utilizzare: MCM1A(tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuito in basso al centro



Obiettivi:

- Prove a vuoto su un trasformatore e misura del rapporto di trasformazione
- Prove a carico di un trasformatore
- Uso di un trasformatore come autotrasformatore

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sessione prove consolle

Prova n°1:

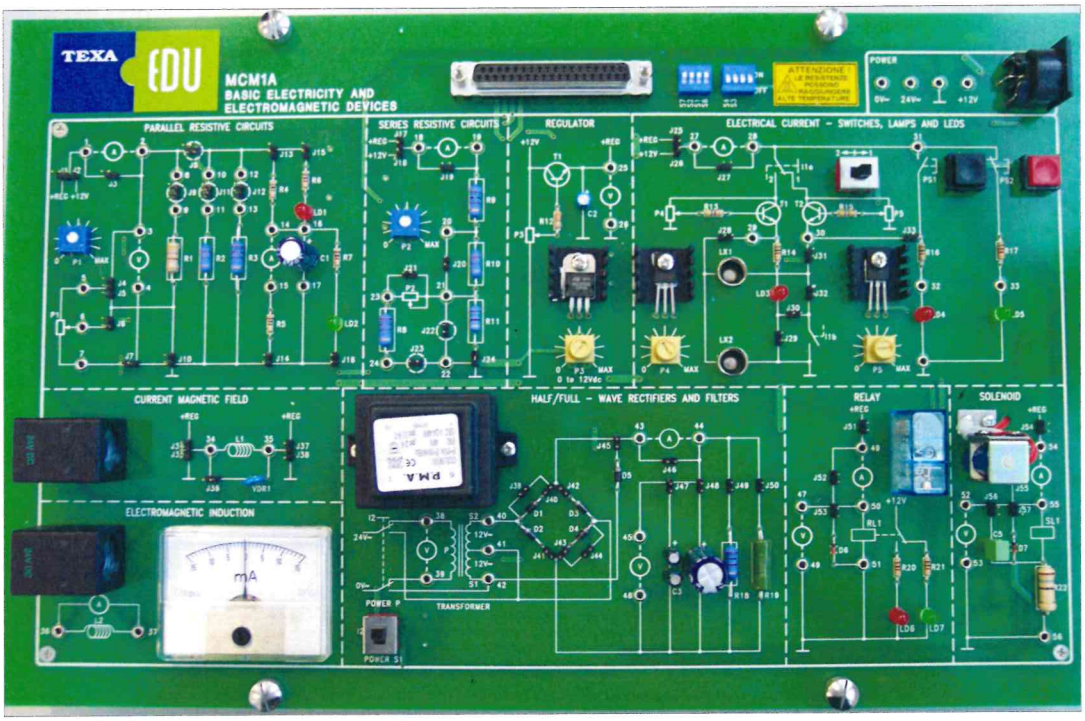
1. Nel circuito "TRASFORMER" predisporre il commutatore in posizione "POWER P" in modo da alimentare il primario del trasformatore con circa 24V.Collegando il voltmetro al primario fra i punti 38 e 39 e poi al secondario tra i punti 40 e 42,si può definire il rapporto tra i due (n=1).Misurando invece la tensione sui due avvolgimenti si osserva un rapporto pari alla metà.
2. Predisporre il commutatore in posizione "POWER P"in modo da alimentare il circuito primario con 24V (circa 30 max) Inserire il ponticello J39,J44, J46 e J49 per collegare la resistenza di carico R18,ovviamente deve risultare tra 45 e 46 una d.d.p. minore della metà dell'alimentazione

Terminata l'esercitazione collegamenti in parallelo far togliere tutti i Cavallotti.

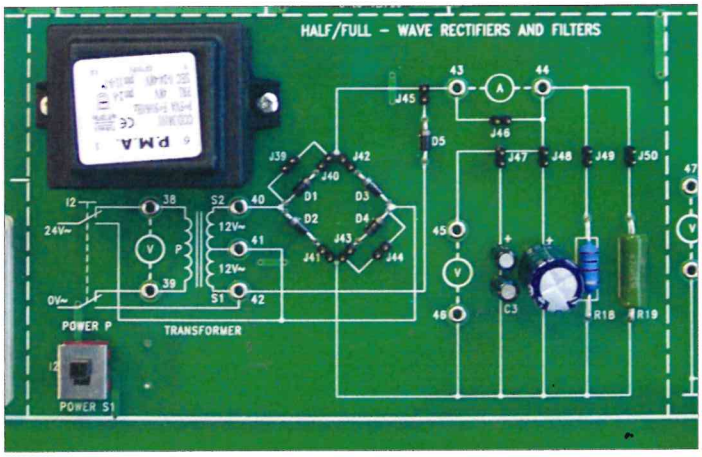
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Prova N°8
RADDRIZZATORI AD UNA SEMIONDA E A DOPPIA SEMIONDA

Consolle da utilizzare: MCM1A(tutti gli interruttori in posizione off)



Circuito da utilizzare: Circuito in alto a destra



Obiettivi:

- Misura della resistenza diretta ed inversa di un diodo
- Rilievo della caratteristica tensione-corrente
- Analisi del raddrizzatore a semplice semionda.
- Analisi del raddrizzatore a doppia semionda a ponte di Graetz

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione - anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02

Sessione prove consolle

Prova n°1: Raddrizzatore ad una semionda

1. Collegare i ponticelli J45,J46,e J50 Ponendo I2 su power S1,collegare l'oscilloscopio nei punti 40 e 46 (massa) in modo da visualizzare il segnale di ingresso e nel 45 per visualizzare la tensione presente ai capi del carico (R19) verificando in questo modo come la parte negativa dell'onda scompaia

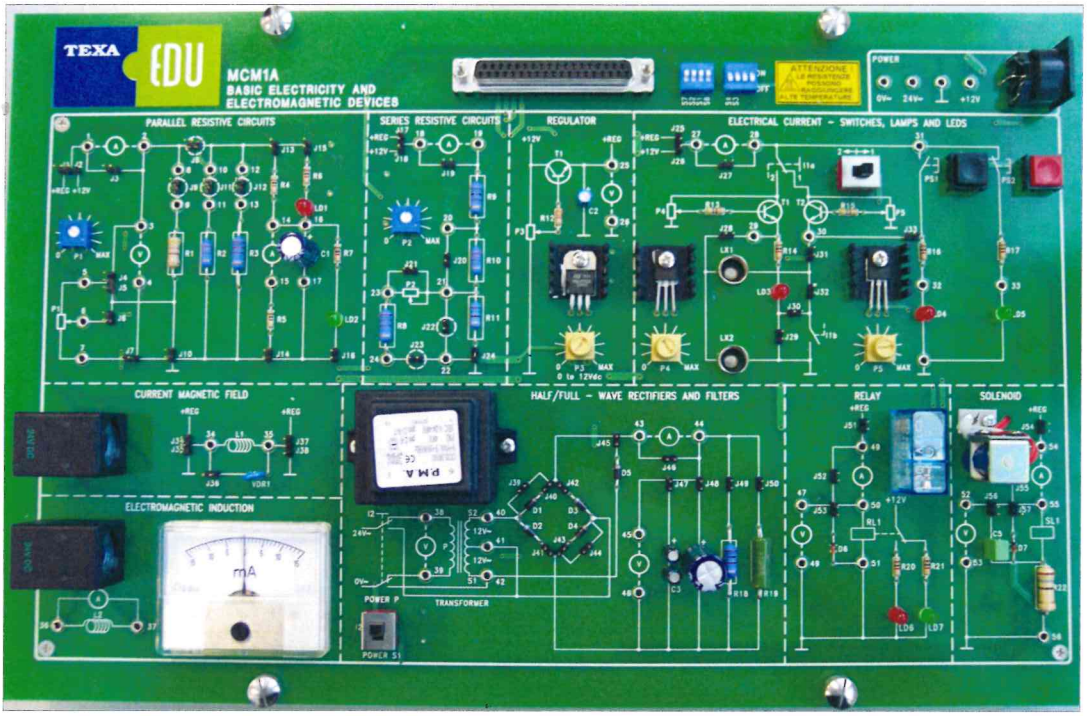
Prova n°2: Raddrizzatore a doppia semionda

1. Inserire cavalletti J40,J41, J42,J43,J49,J50 e il voltmetro tra i punti 45-46 e verificare che la tensione sia raddrizzata
2. Inserendo inoltre J47 si può osservare come i picchi vengano attenuati,grazie alla capacità del condensatore

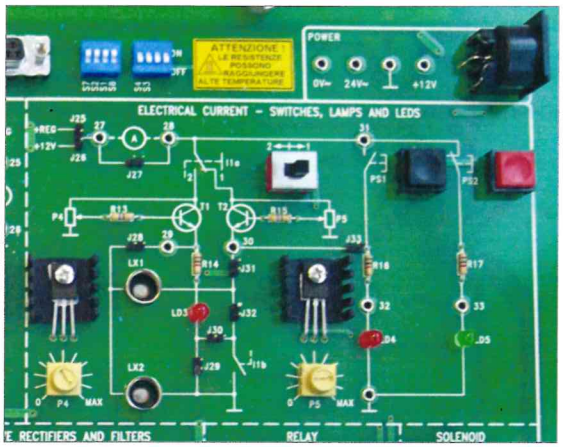
TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale – e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Prova N°9
CENNI SUI TRANSISTOR

Consolle da utilizza: MCM1A



Circuito da utilizzare: Circuito in alto a destra



Obiettivi

- Evidenziare il guadagno di corrente,ovvero come per piccole correnti di base è possibile avere guadagni di corrente all'emettitore (NPN) quindi che funzioni come un "interruttore elettronico",simile per funzionamento pratico al relè.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – 8200193_2014 – Rev.02

Sessione prove consolle

Prova n°1: Interruttore

1. Inserire : il cavalletto J26, J28 la lampada LX2 ,SWITCH in 2 e l'amperometro tra i pin 27 e 28.
2. A tensione spenta,misurare o leggere il valore della resistenza R13 (R13=300 W)
3. Accendere l'alimentazione e posizionare P4 su MAX, leggere il valore della corrente (I=170 mA)
4. Inserire il cavalletto J27 e posizionare lo strumento in parallelo a R13 e misurare la tensione che la attraversa (DV=0,58 V). Applicando la legge di Ohm è possibile ricavarci la corrente IR13 =0,00193 A
5. Staccare il cavalletto J28 e inserire in serie l'amperometro e misurare la corrente che passa attraverso la lampada LX2 (I = 148 mA). Da questo si può vedere che si ha un guadagno del 90% della corrente del collettore

Terminata l'esercitazione sugli Interruttori far togliere tutti i Cavallotti.

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata - 8200193_2014 - Rev.02