



G1B



Corsi di formazione per autoriparatori

Analisi delle misure elettriche nei sistemi elettronici delle moto



www.texaedu.com

TEXA

EDU

INDICE

1. INTRODUZIONE ALLE GRANDEZZE ELETTRICHE	5
1.1 Corrente elettrica (Ampere).....	8
1.2 Tensione elettrica (Volt)	9
1.2.1 Generatori di Tensione.....	10
1.3 Resistenza elettrica.....	12
1.4 La legge di OHM.....	14
1.5 Potenza elettrica	16
1.6 Dimensionamento del conduttore.....	16
2. IL MULTIMETRO	21
2.1 Misura della Tensione (Voltmetro)	23
2.2 Misura della Corrente (Amperometro)	24
2.3 Misura della corrente con Pinza Amperometrica.....	25
2.4 Misura della Resistenza	27
3. COLLEGAMENTI IN UN CIRCUITO ELETTRICO	29
3.1 Il nodo elettrico (1° principio di Kirchhoff)	29
3.3 Componenti in serie.....	31
3.3.1 Generatori in serie	32
3.4 Componenti in parallelo	33
3.4.1 Generatori in parallelo.....	34
4. MAGNETISMO	35
4.1 Motore elettrico a corrente continua.....	38
5. ANALISI ELETTRICHE CON L'OSCILLOSCOPIO	39
5.1 Come funziona un oscilloscopio?	40
5.1.1 Impieghi.....	40
5.2 Caratteristiche dell'oscilloscopio	42
5.2.1 Le sonde di misura.....	42
5.2.2 Le opzioni di trigger.....	43
5.2.3 Utilizzo della modalità "trigger singolo"	44
5.2.4 Utilizzo dei cursori.....	45
5.2.5 Altre impostazioni	47
5.3 Caratteristiche dei segnali elettrici	48
5.3.1 Lettura dell'ampiezza, del tempo e del periodo	48
5.3.2 Il periodo e la frequenza di un segnale	48
5.3.3 Il duty cycle e la modulazione PWM.....	49
5.3.4 Il Duty Cycle come segnale elettrico	50
5.3.4 La modulazione FM (in frequenza).....	51
6. COMPONENTI ELETTRONICI: I SEMICONDUTTORI	53
6.1 Il Diodo	53
6.1.1 Il diodo come raddrizzatore della tensione alternata.....	56
7. TRANSISTOR	57
8. DIGITALIZZAZIONE DI UN SEGNALE ANALOGICO	61
8.1 La numerazione binaria.....	62

1. INTRODUZIONE ALLE GRANDEZZE ELETTRICHE

In qualsiasi competizione quasi sempre un grande traguardo si raggiunge grazie ad una buona partenza, allo stesso modo se consideriamo la diagnosi elettrica di un motore-veicolo sono le basi acquisite in elettrotecnica ed elettronica che ci permettono di affrontare qualsiasi difetto anche il più complicato e soprattutto di trovare la soluzione in tempi brevi e senza fare, come spesso avviene in molte officine, la lunga e costosa "giostra" delle sostituzioni dei componenti con altri, tentando ogni volta di vedere se il difetto si risolve o no.

Questo manuale vuole essere un aiuto nel acquisire e consolidare le basi di elettrotecnica ed elettronica per avere il metodo ottimale nella ricerca della causa del guasto.

Per comprendere meglio il concetto di energia elettrica si può ricorrere ad una analogia con i sistemi idrici, come si vede dalla figura seguente. Nell'esempio si hanno due depositi di acqua, A e B, ed A è posto ad una quota superiore di B.

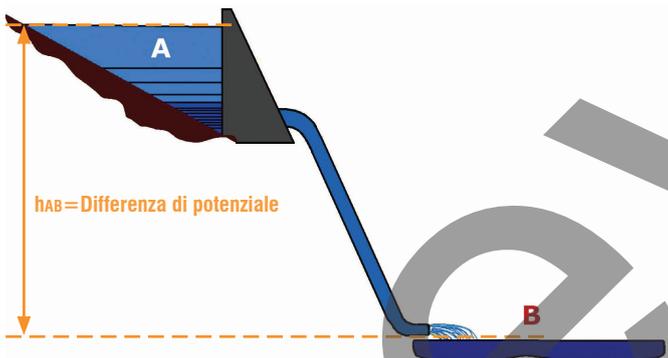


Figura 1

Il bacino d'acqua A situato ad una determinata altezza h 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 pre-

sente nel bacino A.

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 una differenza di potenziale elettrico chiamata tensione e , finché si manterrà questa tensione tra gli estremi di un conduttore collegato tra i due poli del generatore, si avrà in esso un passaggio di corrente elettrica.

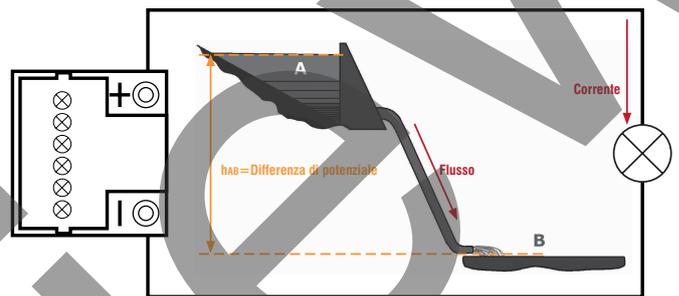


Figura 2

La materia è composta da frazioni di dimensioni infinitesime denominate atomi. Gli atomi, a loro volta, sono formati da neutroni e protoni che compongono il nucleo, e da elettroni che gli orbitano attorno. 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. L'atomo si definisce elettricamente bilanciato quando possiede lo stesso numero di elettroni e di protoni. Ciò significa che in natura tutti i materiali sono con carica neutra e se in presenza di uno squilibrio elettrico il materiale in questione tenderà a riportare la sua carica elettrica ad una condizione neutralità.

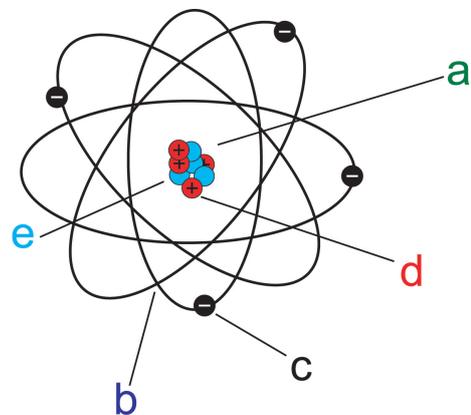


Figura 3

Legenda:

a: Nucleo
b: Orbite

c: Elettroni
d: Protoni

e: Neutroni

1.2 Tensione elettrica (Volt)

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.

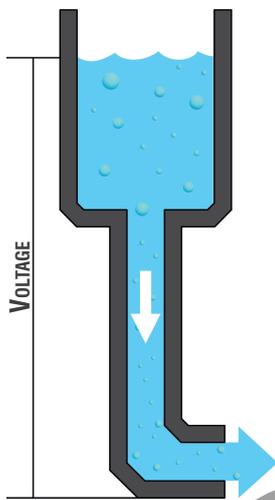


Figura 12: Sfruttando l'analogia idraulica è possibile paragonare la tensione elettrica alla pressione idraulica. Tanto maggiore è la tensione tanto più grande è il flusso della corrente generata

Per cercare di spiegare in maniera semplice i concetti elettrici è possibile avvalersi delle analogie tra un circuito elettrico ed uno idraulico. Nel circuito rappresentato nella seguente figura la pompa (a), elevando l'acqua ad una certa altezza, si comporta da generatore, il liquido rappresenta il flusso di elettroni mentre la turbina (d) è un utilizzatore.

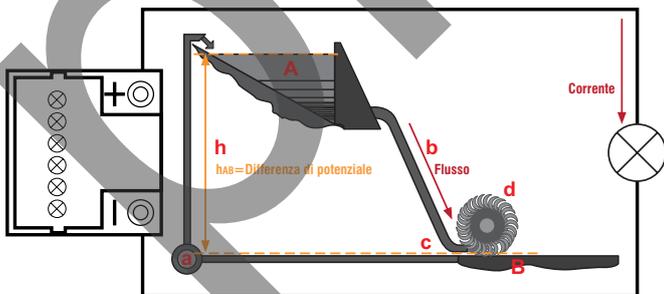


Figura 13

La differenza d'altezza del livello inferiore dell'acqua con quello superiore (h) è paragonabile alla differenza di poten-

ziale. 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.).

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

Tabella 3

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

Grandezza		Unità di misura
Altezza	→	Metro
Tensione	→	Volt

Tabella 4



La tensione elettrica viene comunemente indicata con il simbolo V, la sua unità di misura è il Volt. Lo strumento utilizzato per la sua misura è il voltmetro.

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**.



A cosa ci si riferisce quando si parla di DIFFERENZA DI POTENZIALE (d.d.p.) o CADUTA DI TENSIONE?

Possiamo prendere ad 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).

Di conseguenza possiamo vedere che la somma delle cadute di tensione (d.d.p.) corrisponde sempre al valore della tensione di alimentazione.

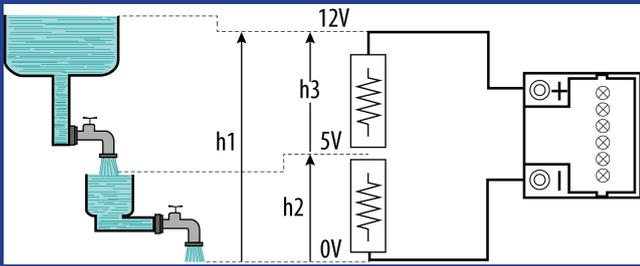


Figura 14

SIMBOLO	VALORE IN VOLT (V)	ESEMPIO
1kV	1000	15kV tensione della scintilla in un sistema di accensione
V	10	14V tensione massima di alimentazione di un alternatore in esercizio
V	1	1V tensione massima di una sonda lambda
100mV	0,1	Tensione al minimo di una sonda lambda che rileva una miscela magra
10mV	0,01	Normale caduta di tensione sui cavi di alimentazione

Tabella 5

Riepilogo:

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

1.2.1 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. Poiché 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.

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 15

Generatori di tensione per deformazione

Generano tensioni attraverso la sollecitazione meccanica di un materiale piezoelettrico.



Figura 16: In questa immagine si possono osservare dei sensori che sono in grado di generare la tensione per deformazione dovuta in genere ad una vibrazione (sensori di battito e sensori di pressioni piezoelettrici).

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.



Figura 17

1.3 Resistenza elettrica

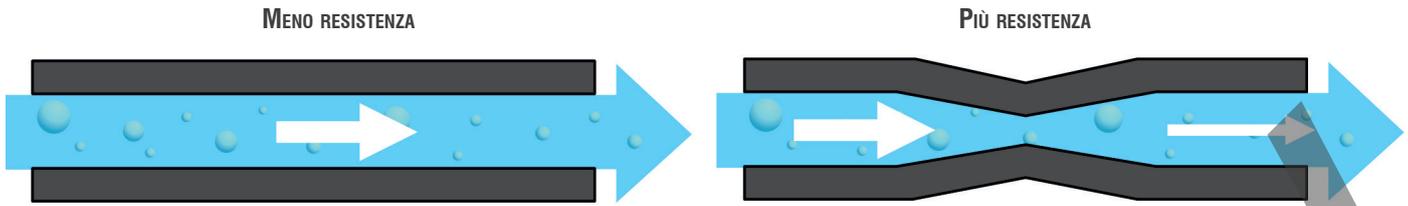


Figura 21: Sfruttando l'analogia idraulica è possibile paragonare la resistenza di un conduttore a quella di una tubazione. In una tubazione tanto maggiore è la resistenza a farsi attraversare dall'acqua, tanto minore è il flusso. Analogamente accade per la corrente. Tanto maggiore è la resistenza elettrica del conduttore, tanto minore sarà la corrente che lo attraversa

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.

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.

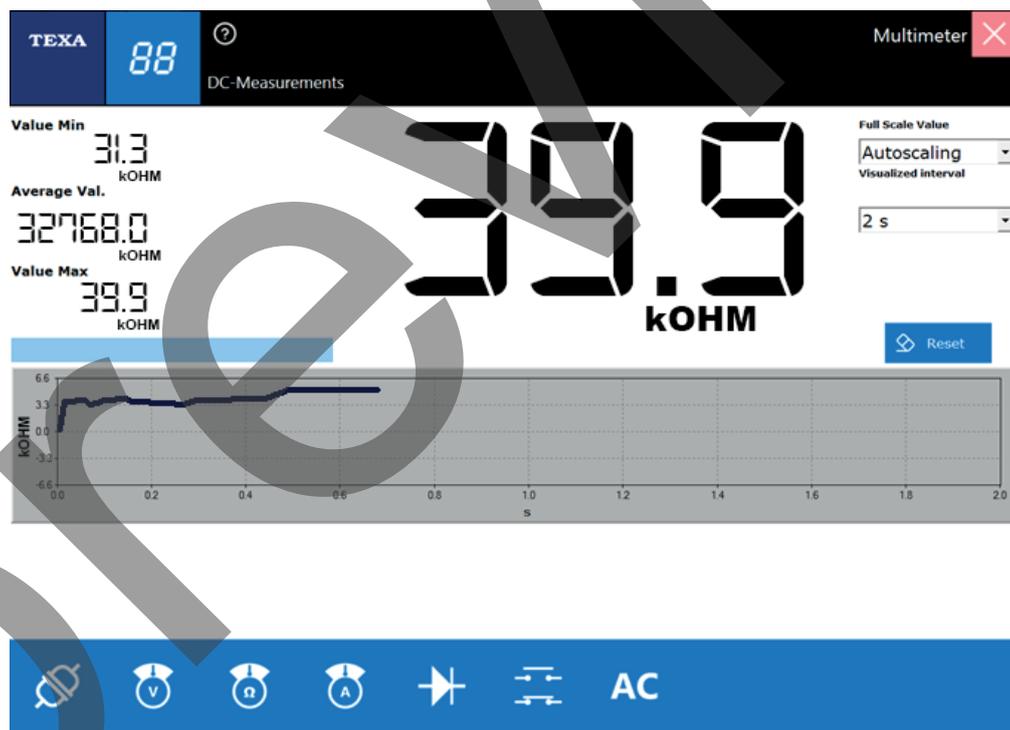


Figura 22: L'ohmetro presente nell'IDC5 con l'UniProbe



La resistenza elettrica viene indicata con la lettera R e la sua unità di misura è l'Ohm il cui simbolo è la lettera Ω . Lo strumento utilizzato per la sua misura è l'ohmetro.

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:

$$\rho = \text{mm}^2/\text{m}$$

Materiale	Resistività a 20°C	
	Ωm	Ωmm^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 6: La resistività dei migliori conduttori

SCALA	VALORE IN OHM (Ω)	ESEMPIO
1M Ω	1.000.000	Resistenze all'interno delle centraline elettroniche
100k Ω	100.000	Resistenze all'interno delle centraline elettroniche
10k Ω	10.000	Resistenza di un sensore piezoelettrico
1k Ω	1.000	4 - 6 k Ω secondario bobina di accensione Marelli
Ω	100	200 - 300 Ω sensore temperatura liquido a 90°C
Ω	10	16 Ω resistenza iniettore
100m Ω	0,1	0,87 Ω primario bobina di accensione BREMI
1m Ω	0,001	Resistenza "campione" per strumenti di misura

Tabella 7



LA RESISTENZA INFLUISCE SULLA TEMPERATURA DEL CAVO QUANDO VIENE ATTRAVERSATO DALLA CORRENTE?

Assolutamente sì! Gli elettroni della corrente elettrica nell'attraversare un conduttore vengono ostacolati dalla sua resistenza elettrica, più questa sarà elevata, maggiore sarà la difficoltà di attraversarlo, questo comporta uno dispendio di energia per quei elettroni che riescono a passare, questo consumo di energia si trasforma in calore.

Questo effetto prende nome da Joule James che nel 1848 dimostrò la relazione tra la corrente e la resistenza ed il calore dissipato.

Nelle applicazioni elettriche normalmente questo deve essere evitato perché il calore che si disperde al di fuori del conduttore significa una perdita inutile dell'energia elettrica. Tuttavia ci sono applicazioni che sfruttano questo effetto come la lampadina a filamento (calore e luce), il fusibile, il forno elettrico, ecc.



Figura 23: Lo sfruttamento dell'effetto Joule nella resistenza del forno elettrico

Riepilogo:

La resistenza è la difficoltà che incontra la corrente 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.

2. IL MULTIMETRO

Le grandezze elettriche appena viste possono essere misurate direttamente da strumenti specifici che permettono la visualizzazione e l'analisi degli andamenti delle tensioni e delle correnti all'interno di un qualsiasi circuito elettrico montato su di un motoveicolo, in modo di intervenire in modo univoco e risolutivo su qualsiasi tipo di difettosità. Inoltre si fa presente che l'acquisizione di segnali in tensione su strumenti in grado di visualizzare graficamente la grandezza misurata, è senza dubbio molto più preciso ed in certi casi è da preferire agli altri.

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.

La maggior parte dei multimetri possono misurare le tensioni (voltmetro), le resistenze (ohmmetro) e le intensità (amperometro).

Esistono in commercio anche multimetri che misurano altre grandezze. Con riferimento all'immagine che segue si descrivono le misure che un moderno multimetro comunemente mette a disposizione:

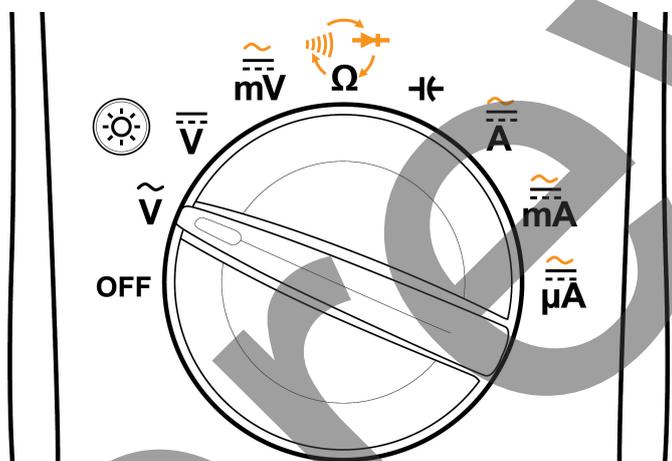


Figura 30

- \tilde{V} : Misura della tensione alternata (Esempio: tensione rete elettrica domestica 220 \tilde{V})
- \bar{V} : Misura della tensione continua (Esempio: tensione di bordo del veicolo 6-12-24 V)
- mV: Misura di piccolissime tensioni continue (Esempio: misura di un disturbo elettrico: m Volt)
- Ω : Misura della resistenza (Esempio: resistenza di una candeletta: 0,5 Ohm)
- : Misura della continuità di un cablaggio. Generalmente associato ad un segnale acustico. (Esempio: verifica della continuità di un filo, Pochi Milli Ohm).

- mA: Misura di correnti alternate o continue molto piccole (Esempio: assorbimento di una centralina 100mAmpere).

Per effettuare la misurazione occorre anche inserire i cavi nella posizione corretta. Nei comuni multimetri sono presenti da 3 a 4 boccole:

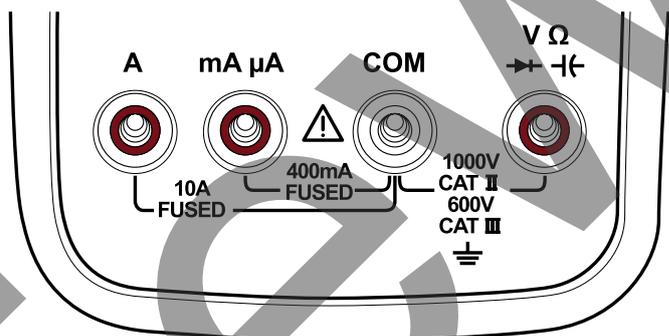


Figura 31

- **COM (oppure GND)**: Vi si inserisce sempre il puntale nero. Serve da riferimento di massa.
- **V- Ω**: Vi si inserisce il puntale rosso per misure di Tensione, Resistenza o altre consentite dallo strumento
- **mA**: Vi si inserisce il puntale rosso per misure di correnti molto piccole (normalmente al massimo 500 mA)
- **A**: Vi si inserisce il puntale rosso per misure di corrente di alcuni ampere (normalmente al massimo 10A, ma ne esistono anche fino a 30A)

Attenzione: a protezione delle boccole per la misura degli ampere sono presenti dei fusibili. Se durante la misura la corrente supera il valore massimo sopportato dal fusibile questo si rompe e le successive misure restituiscono sempre il valore 0 Ampere). Prima di eseguire misure di tensione verificare sempre la posizione del cavo di misura di colore Rosso.

i Info: esistono multimetri dove la scala della misura va selezionata utilizzando la ghiera. In tal caso se ad esempio devo misurare una tensione continua di 12V posizionerò il commutatore su 20 Volt dato che 12V vi è contenuto. Mentre se devo misurare la tensione di una batteria a 24V dovrò necessariamente selezionare la scala 200 Volt.

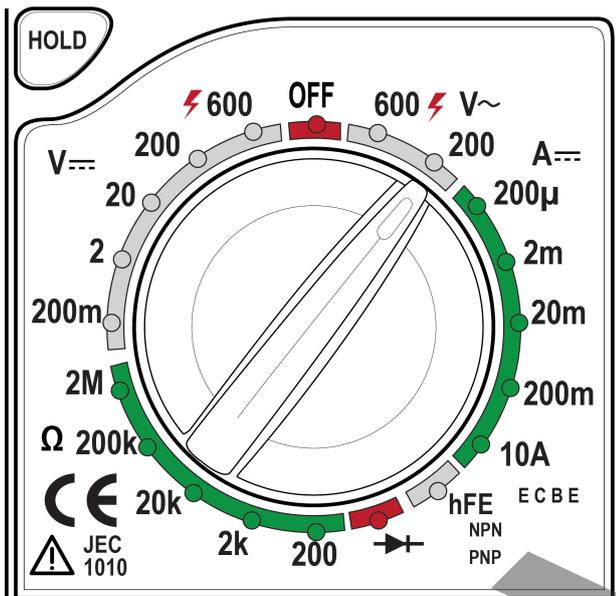


Figura 32: Ghiera di un multimetro a scala manuale

Nota: Per le misure di tensione è possibile utilizzare i moduli UniProbe e TwinProbe e i relativi accessori a corredo che rendono disponibili le funzioni di Multimetro, Oscilloscopio, Test reti CAN, Test sistemi di accensione e Prova Pressione.



Figura 33: Lettura di tensione di una batteria

Di seguito una breve descrizione della funzione multimetro presente all'interno dell'UniProbe:

- 1) Indicatore del tipo di misura: Alternata o Continua
- 2) Indicatori che memorizzano i valori in lettura di:
 - Tensione minima misurata
 - Tensione media misurata
 - Tensione massima misurata
- 3) Valore istantaneo misurato
- 4) Indicatore grafico del livello utilizzato della scala selezionata
- 5) Grafico dei valori letti nel tempo
- 6) Indicatore dell'unità di misura e del tipo di corrente

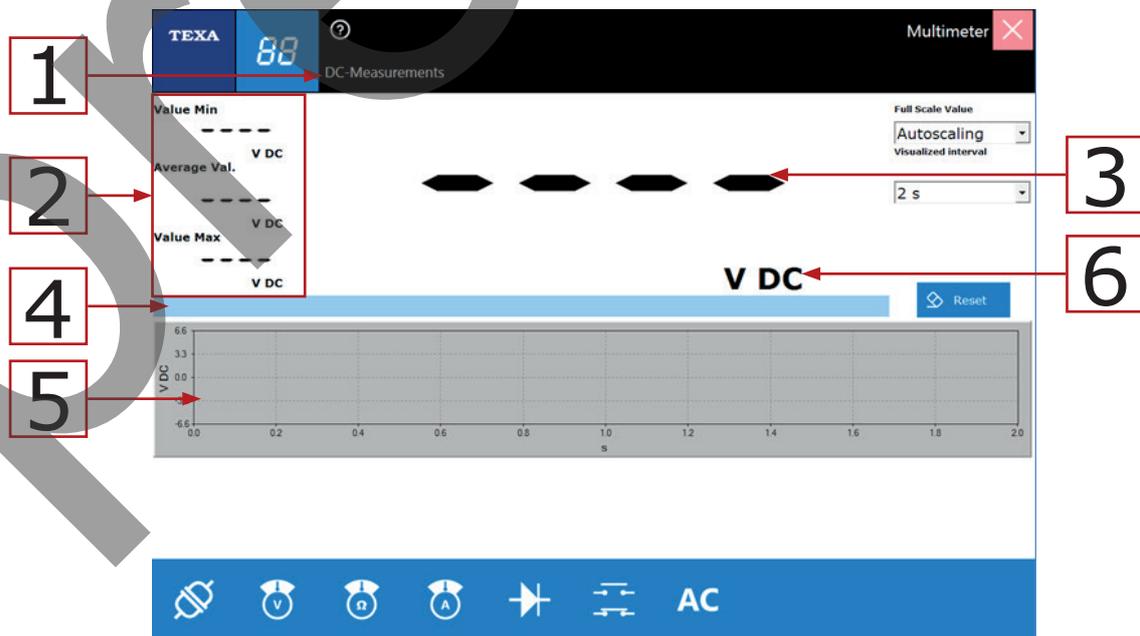


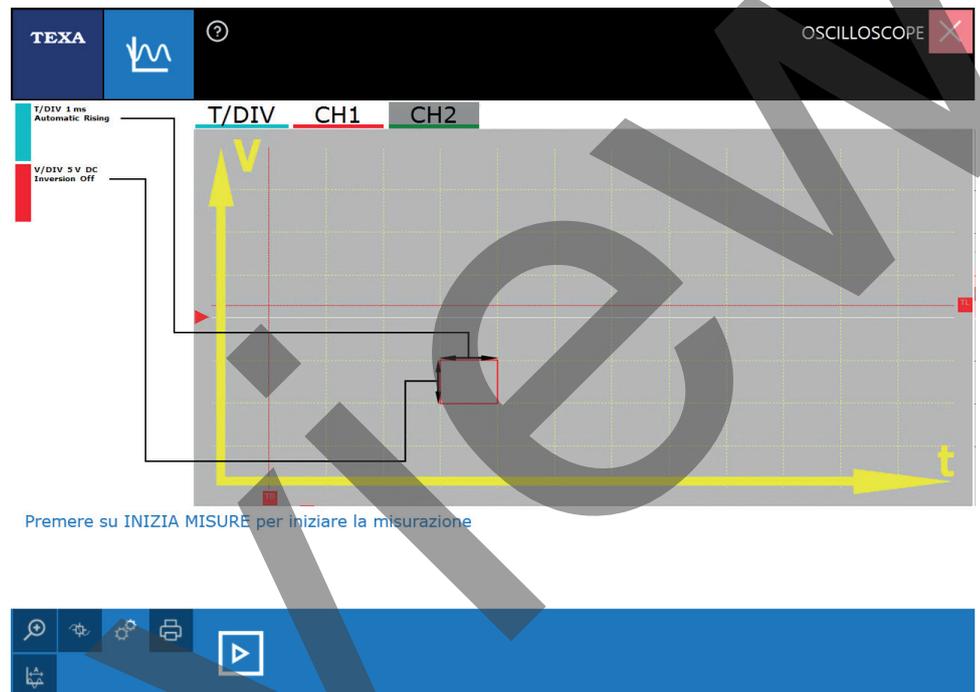
Figura 34: Schermata Multimetro in diagnosi Texa

5.2 Caratteristiche dell'oscilloscopio

L'oscilloscopio, come già scritto è sempre provvisto di un monitor che nel caso di Uniprobe/Twinprobe può essere costituito da AXONE 4 mini, AXONE 4 o da un qualsiasi PC dotato di software IDC5e o MSS.

Sulla finestra oscilloscopio è disegnata 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 (t) e tensione (V).

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.



Premere su INIZIA MISURE per iniziare la misurazione

Figura 79: Schermata dell'oscilloscopio con evidenziate le linee di riferimento dei tempi (t) e delle tensioni (V)

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.

5.2.1 Le 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 tensione fino ai 50V e in sonde per il controllo della tensione fino ai 500V, le seconde possono essere impiegate al posto delle prime, ma non viceversa. Nel caso del Twinprobe esiste un solo tipo di sonda che però raggiunge il limite massimo di tensione di 200V.



Figura 80: Da sinistra, sonda per bassa tensione (max 100V), sonda per alta tensione, sonda Twinprobe (max 200V)