

LA CORRENTE ELETTRICA E L'ORGANISMO UMANO

Il pericolo che la corrente elettrica può rappresentare per l'organismo umano e l'azione dei fulmini sulle antenne, sono oggetto di frequenti lettere che ci pervengono dai lettori. Ciò in definitiva dimostra che chi per una ragione o per un'altra è a diretto contatto con l'elettricità ha di essa maggior timore di coloro che la considerano ancora un qualcosa di misterioso senza nutrire alcuna preoccupazione.

E' nostra intenzione trattare, in una serie di puntate, il problema relativo agli effetti che la corrente elettrica ha sull'organismo umano, e parlare dei fulmini con particolare riferimento agli impianti di antenna.

Per trattare con maggiore cognizione di causa l'effetto della corrente elettrica ci varremo del testo di una conferenza che è stata tenuta negli scorsi anni da Dalziel nella sezione della AEI di Milano.

Gli esseri umani in relazione alla costituzione del loro sistema nervoso sono molto sensibili alla corrente elettrica. La parte più sensibile dell'organismo sembra essere la lingua, almeno secondo alcuni esperimenti che sono stati condotti impiegando degli elettrodi di platino, spazati fra loro di 1 cm e appoggiati alla lingua stessa.

Come sia elevata la sensibilità dell'uomo nei confronti della corrente elettrica è stato dimostrato da alcuni esperimenti con i quali è stato possibile constatare che il valore di soglia, tanto per la corrente alternata quanto per quella continua è di soli 45 μ A.

E' evidente però che la percezione in altre parti del corpo, che

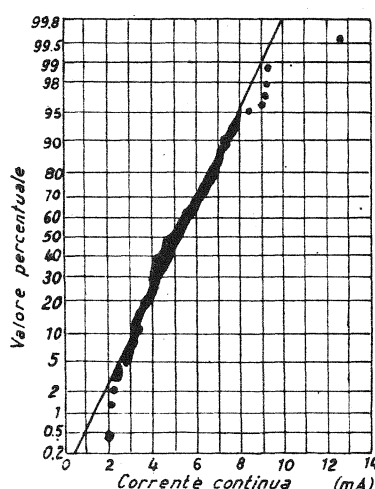


Fig. 1 - Curva relativa alla distribuzione in 115 soggetti maschili della corrente continua minima percettibile.

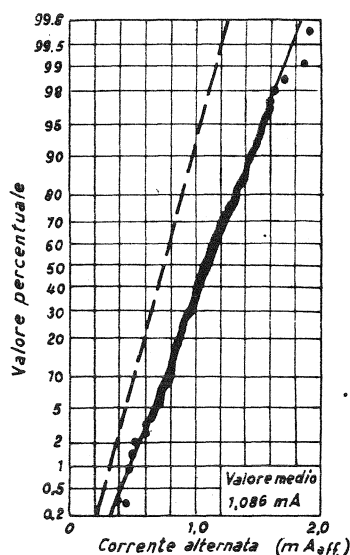


Fig. 2 - Curva relativa alla distribuzione in 167 soggetti maschili della corrente alternata minima percettibile (60 Hz).

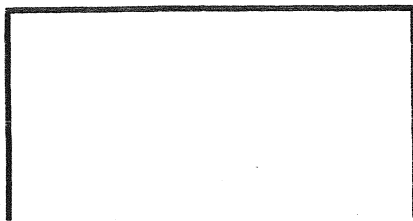
non siano la lingua, e specialmente le mani, ha una maggiore importanza. Questi organi infatti sono quelli che con maggiore facilità, possono essere esposti all'azione della corrente.

Da una serie di esperimenti con corrente continua che sono stati condotti su 115 persone, si è riscontrato, come mostra il grafico di figura 1, che il valore di soglia in queste condizioni era dell'ordine di 5,2 mA.

I risultati illustrati nel grafico di figura 2 si riferiscono invece a delle prove eseguite mediante corrente alternata a 60 Hz. In questo caso la soglia delle persone che stringevano fra le due mani gli elettrodi scendeva a 1,1 mA.

Da notare che mentre la corrente continua a dei valori piuttosto bassi provoca nel corpo umano una sensazione di calore, la corrente alternata dà una sensazione di solletico. Nel grafico in questione si può altresì rilevare come fra gli uomini e le donne esista un diverso grado di percezione. Il rapporto per le donne, con corrente a 60 Hz è di circa 2/3.

Il grafico di figura 3 è caratteristico di alcune prove di percezione effettuate su 28 uomini per correnti la cui frequenza variava fra 60 Hz e 200 kHz. Tali prove evidentemente possono dare dei risultati leggermente differenti a seconda delle condizioni di contatto, comunque esse hanno messo in evidenza che raggiungendo il limite di frequenza compreso fra 100 kHz 200 kHz su 25 soggetti si riscontrava il passaggio graduale della sensazione di solletico a quella di calore.



prima parte di Piero SOATI

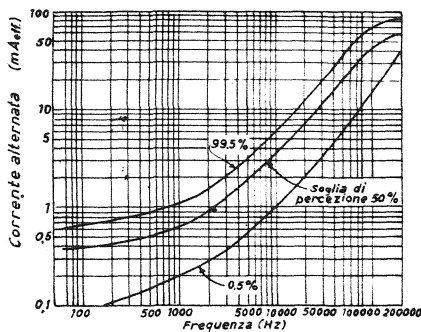


Fig. 3 - Azione delle variazioni di frequenza sul valore della corrente minima percettibile.

Aumentando l'intensità della corrente alternata si nota una perdita nell'azione di controllo volontaria dei muscoli che si trovano lungo il percorso seguito dalla corrente ed uno stato di malessere generale.

Le suddette manifestazioni si riscontrano gradualmente fino al limite nel quale il soggetto è ancora in grado di lasciare la presa dei due elettrodi: questo limite, oltre il quale il rilascio degli elettrodi non è più possibile, è noto con il nome di *corrente di rilascio*.

La *corrente di rilascio* è un fattore di notevolissima importanza perché si è potuto constatare che essa corrisponde al valore limite che qualsiasi persona è in grado di sopportare senza conseguenze almeno per quella durata di tempo che è necessaria a mollare la presa ed interrompere il circuito attraverso il proprio corpo.

Le correnti che superano lievemente il valore di rilascio si dice in gergo che *congelano* la vittima del circuito. Si tratta di correnti

che l'organismo umano sopporta con notevole difficoltà e possono essere molto dannose. Se in tali condizioni non si procede ad interrompere immediatamente il circuito si manifesta una rapida diminuzione della forza muscolare, dovuta alle intense e rapide contrazioni alle quali sono soggetti i muscoli, in modo che il rilascio decresce proporzionalmente alla durata del contatto.

Coloro che siano sottoposti all'azione prolungata di una corrente il cui valore sia anche leggermente superiore a quella di rilascio sono colti da fenomeni di asfissia, svenimenti e collassi ai quali può subentrare uno stato generale di incoscienza e quindi la morte.

Il grafico di figura 4 è stato ricavato analizzando il comportamento di 28 donne e 134 uomini sotto l'azione della corrente di rilascio. Essi durante le prove dovevano tenere in una mano una piastra di ottone, oppure una striscia conduttrice avvolta in un panno imbevuto di una soluzione salina che in tal caso era stretta alla parte superiore del braccio. L'altra mano doveva stringere un elettrodo costituito da un conduttore di rame. Nel circuito venne fatta scorrere della corrente alternata avente la frequenza di 60 Hz.

L'esperimento fu preceduto da una serie di prove preliminari allo scopo di abituare i soggetti al passaggio della corrente; successivamente l'intensità di corrente fu aumentata gradualmente fino a raggiungere il valore limite al quale ciascuna persona era in grado di

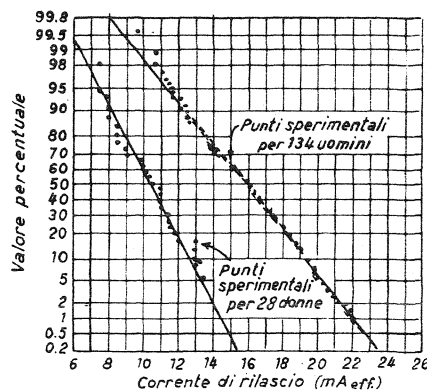


Fig. 4 - Curve di distribuzione della corrente di rilascio alternata (60 Hz) su 134 uomini e 28 donne.

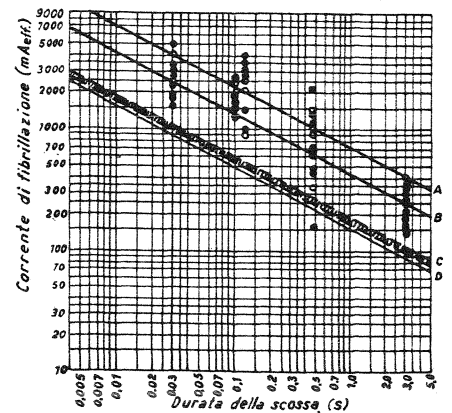


Fig. 5 - Effetto della frequenza sul valore della corrente di rilascio (solo uomini). L'aumento della frequenza provoca un aumento della pericolosità della corrente.

mollare la presa del conduttore di rame.

Siccome la ripetizione di alcune prove provocava un certo affaticamento muscolare è stato considerato come valore della corrente di rilascio quello massimo raggiunto nelle prove.

I punti sperimentali che sono indicati nel grafico sono stati ottenuti mantenendo le mani umidite con dell'acqua salata al fine di assicurare le massime condizioni di conducibilità e ridurre contemporaneamente la sensazione di bruciore.

Ulteriori prove hanno permesso di accertare che le soglie di rilascio per gli uomini si aggirano su un valore medio di 16 mA e quello delle donne su 10,5 mA restando perciò invariato il rapporto di 2/3.

Il grafico di figura 5 si riferisce invece all'effetto delle frequenze sul

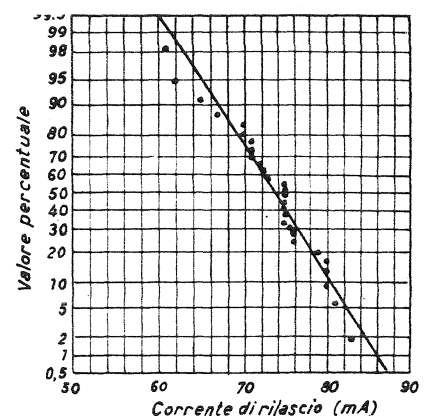


Fig. 6 - Curva di distribuzione della corrente continua di rilascio in soggetti maschili.

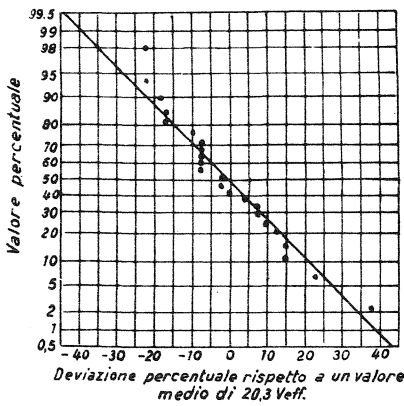


Fig. 7 - Tensioni di rilascio espresse come deviazioni percentuali del valore medio di 20,3 V_{eff} per corrente alternata a 60 Hz.

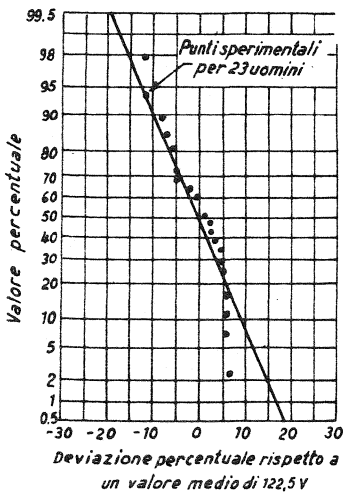


Fig. 8 - Tensioni in continua di rilascio espresse come deviazioni percentuali ad un valore medio di 122,5 V_{eff}.

valore della corrente di rilascio. Dallo stesso si può osservare che l'aumento di frequenza è pericoloso per un numero crescente di persone.

La curva inferiore del grafico è relativa alla corrente alternata massima che nel 99,5% dei casi esaminati può essere sopportata, quindi va considerata come valore limite in generale.

La figura 6 illustra invece la curva di distribuzione relativa alla corrente di rilascio di 28 uomini sottoposti ad una corrente continua.

Per gli uomini la corrente continua di rilascio, in linea di massima, ha il valore di 76 mA mentre quella delle donne è di 51 mA.

E' bene precisare che sebbene gli

effetti dannosi per l'organismo umano siano provocati dal passaggio della corrente elettrica, l'unica grandezza alla quale in pratica si può fare riferimento in caso di incidente è la tensione. Ciò in pratica non è molto valido per il fatto che una stessa tensione può provocare il passaggio di correnti di valore differente attraverso il corpo umano in seguito ad imprevedibili variazioni di resistenza della pelle (pelle secca, umida, bagnata e così via), pertanto non è molto esatto parlare di *tensione di rilascio*. Inoltre occorre tenere presente che, nei circuiti ad alta tensione, la resistenza della pelle e quella di contatto hanno un ruolo del tutto secondario nel limitare la corrente che circola nel corpo della vittima, mentre per le basse tensioni hanno una importanza ben più rilevante.

E' ovvio che le maggiori condizioni di pericolosità si verificano quando i punti di contatto del corpo umano sono umidi o bagnati.

Il diagramma di figura 7 si riferisce alla tensione di rilascio espressa come deviazioni percentuali, rispetto al valore medio di 21 V (20,3 V_{eff}) per corrente alternata a 60 Hz e per un percorso tra una mano che stringe un conduttore ed un braccio, al quale è stata avvolta una benda bagnata con soluzione salina, che tiene l'altro elettrodo.

I suddetti esperimenti hanno permesso di concludere che la massima tensione di rilascio a 60 Hz, da mano a mano, che può considerarsi innocua, ha per l'appunto il valore di 21 V, mentre quella esistente fra una mano ed entrambi i piedi immersi in una soluzione salina è dell'ordine di 10 V.

Il diagramma di figura 8 si riferisce invece ai risultati conseguiti con la corrente continua.

Le tensioni di rilascio sono espresse come deviazioni percentuali rispetto al valore medio di 122,5 V_{eff}. I soggetti sperimentati erano esclusivamente di sesso maschile.

Nel suddetto esperimento la massima tensione di rilascio riscontrata è stata di 104 V fra mano e mano e di 51 V fra mano e piedi, quest'ultimi immersi in una soluzione salina.

(continua)