

GLI ALIMENTATORI
per depositare
metalli preziosi

Lezioni per il corso di base AIFM 2011

Raddrizzatori & C.

1.	I raddrizzatori: chi sono e a cosa servono	pag. 3
	Schema di funzionamento e collegamenti di una vasca di elettrodeposizione	pag. 3
2.	LE DIVERSE TECNOLOGIE	pag. 5
2.1.	Dalla pila alle spazzole	pag. 5
Fig. 2	Forma dell'onda di uscita dei diversi tipi di raddrizzatori	pag. 5
2.2.	I raddrizzatori a triac	pag. 6
2.3.	Gli alimentatori stabilizzati lineari	pag. 7
2.4.	Gli alimentatori a commutazione	pag. 7
3.	GLI ALIMENTATORI A IMPULSI	pag. 9
Fig. 4	Differenza di grana tra due depositi: a sinistra con corrente continua, a destra con impulsi	pag. 9
Fig. 5	Pannello di controllo di un alimentatore a impulsi completo con tutte le possibili opzioni	pag. 10
3.1.	Regolazione della forma dell'impulso	pag. 11
Fig. 6	Particolare della regolazione della percentuale dell'impulso	pag. 11
3.2.	Regolazione della frequenza	pag. 12
Fig. 7 -	Tampone con anodo di grafite e cuffia	pag. 12
4.	PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE	pag. 13
4.1.	Collegamenti elettrici	pag. 13
4.2.	Posizionamento degli apparecchi con pompa dosatrice	pag. 13
	Schema di funzionamento e collegamenti di una vasca di elettrodeposizione	pag. 13
Fig. 9 -	Schema di montaggio degli apparecchi con pompa dosatrice	pag. 14
5.	GLI AMPERORAMETRI	pag. 15
Fig. 10 -	Particolare Ampèrereiminutometri	pag. 15
5.1.	Per interrompere la deposizione	pag. 16
5.2.	Dosatore in bagni di metalli preziosi	pag. 16
5.2.1.	Riempimento del fustino	pag. 16
5.2.2.	Impostazione del programmatore	pag. 16
5.2.3.	Uso del totalizzatore	pag. 16
5.2.4.	Taratura del programma impostato	pag. 16
5.2.5.	Analisi del bagno	pag. 17
5.2.6.	Il contenuto è diminuito	pag. 17
Fig. 11	Schema di collegamento di due ampèrorametri a un unico raddrizzatore	pag. 17
5.2.7.	Il contenuto è aumentato	pag. 18
6.	TARATURA DEGLI APPARECCHI	pag. 19
6.1.	Taratura di un Ampèrorometro	pag. 19
Fig 12	Aspetto, collegamenti e ricambi della pompa dosatrice.	pag. 19
7.	Bibliografia	pag. 20

1. I raddrizzatori: chi sono e a cosa servono

Per depositare del metallo elettroliticamente su un pezzo occorre far passare una corrente, in prima approssimazione continua, attraverso un elettrolita: per far questo si deve applicare una differenza di potenziale tra delle strisce di lamiera, dette anodi, poste sulle pareti della vasca, e il pezzo da ricoprire.

Il passaggio della corrente nell'elettrolita provocherà la deposizione sul pezzo di una quantità di metallo proporzionale alla quantità di corrente che facciamo passare, cioè al prodotto

$$\text{corrente} \cdot \text{tempo}$$

$$[\text{Ampère} \cdot \text{minuti}]$$

La corrente massima che si può far passare dipende dalle caratteristiche del bagno elettrolitico ed è indicata dal produttore in Ampère per decimetro quadrato di superficie dei pezzi. Stabilita così la corrente da far passare nel bagno, il tempo eviden-

temente mi determina la quantità di metallo depositato sui pezzi, cioè lo spessore del mio rivestimento.

Teoricamente e sperimentalmente si osserva che per far passare la corrente richiesta è sufficiente una tensione continua compresa nel range 1 - 20 Volt. Basterebbe una batteria se le correnti in gioco non fossero così alte da scaricarla in pochi minuti. Dovremo quindi trasformare e adattare alle nostre esigenze la tensione alternata a 220 o a 380V che la rete elettrica ci fornisce.

L'alimentatore, o raddrizzatore, ha proprio il compito di trasformare la tensione alternata di rete in una tensione variabile tra 0 e 20V e di rendere poi continua questa tensione.

Applicando questa differenza di potenziale prodotta dall'alimentatore tra gli anodi e il pezzo da ricoprire, si avrà, dato che la soluzione è conduttiva, un passaggio di corrente che rispetterà la seguente formula, chiamata legge di Ohm:

$$E = R \cdot I$$

dove :

- E** è la differenza di potenziale applicata e si misura in Volt (V) e suoi sottomultipli
- I** e la corrente che passa e si misura in Ampère (A) e suoi sottomultipli
- R** è la resistenza della soluzione e si misura in Ohm (Ω) e suoi multipli

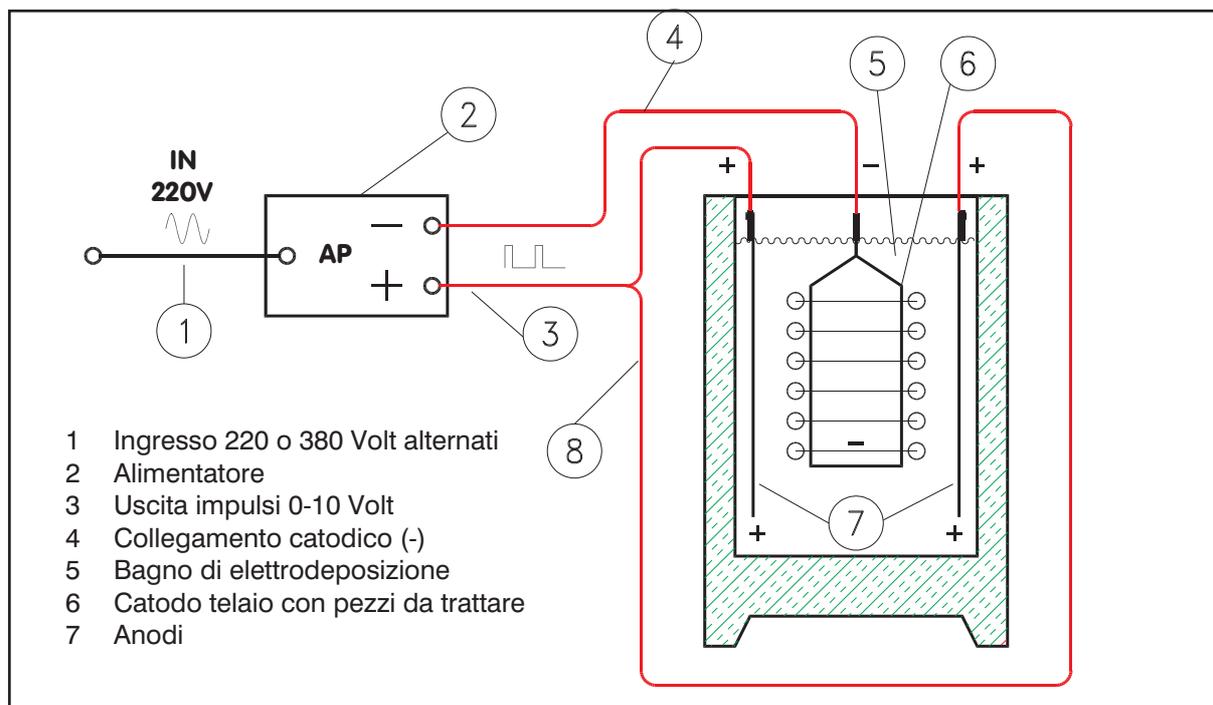


Fig. 1 - Schema di funzionamento e collegamenti di una vasca di elettrodeposizione

Evidentemente mantenendo fisse le caratteristiche chimiche e fisiche del bagno il valore di R resta determinato e fisso.

Potremo a questo punto mantenere costante una sola delle due grandezze: o E o I, l'altra grandezza sarà univocamente determinata.

In altre parole si può stabilizzare o la tensione o la corrente d'uscita del nostro alimentatore: se si stabilizza la tensione vedremo variare la corrente a secondo della superficie del pezzo da trattare, se stabilizziamo invece la corrente vedremo variare la tensione.

Quale di queste due strade conviene seguire? Questa è un'annosa domanda che non si può generalizzare, ognuno ha le sue preferenze, comunque è indispensabile distinguere a secondo delle appli-

cazioni:

- * ogniqualevolta si conosca con esattezza la superficie dei pezzi da trattare conviene stabilizzare la corrente di uscita in modo da rispettare la densità di corrente (A/dm^2) consigliata dal fornitore del bagno.
- * quando si conosce la superficie dei pezzi con una precisione inferiore al 10%, conviene stabilizzare la tensione d'uscita e permettere alla corrente di variare a secondo delle dimensioni del catodo ($\pm 15\%$).
- * Nel trattamento in roto-barile o in barile vibrante occorre naturalmente stabilizzare la tensione d'uscita, dato che la superficie dei pezzi, stabilita dal contatto tra pezzo e pezzo, varia continuamente.



2. LE DIVERSE TECNOLOGIE

Anche se per la deposizione di metalli preziosi sono indispensabili degli alimentatori tecnologici-

camente evoluti e di alta qualità, doveroso menzionare, se non altro per motivi storici, le diverse tecnologie disponibili oggi.

2.1. Dalla pila alle spazzole

Per i primi esperimenti di elettrodeposizione si usavano le pile, che avevano lo svantaggio di scaricarsi rapidamente ma permettevano di utilizzare un'onda d'uscita perfettamente livellata. Successivamente vennero utilizzate delle dinamo che

permettevano di trasformare energia meccanica in energia elettrica.

Arrivarono poi i primi "raddrizzatori" che utilizzavano delle piastre di selenio per raddrizzare la corrente e dei trasformatori variabili, cioè con una spazzola di carbone che si poteva far scorrere lun-

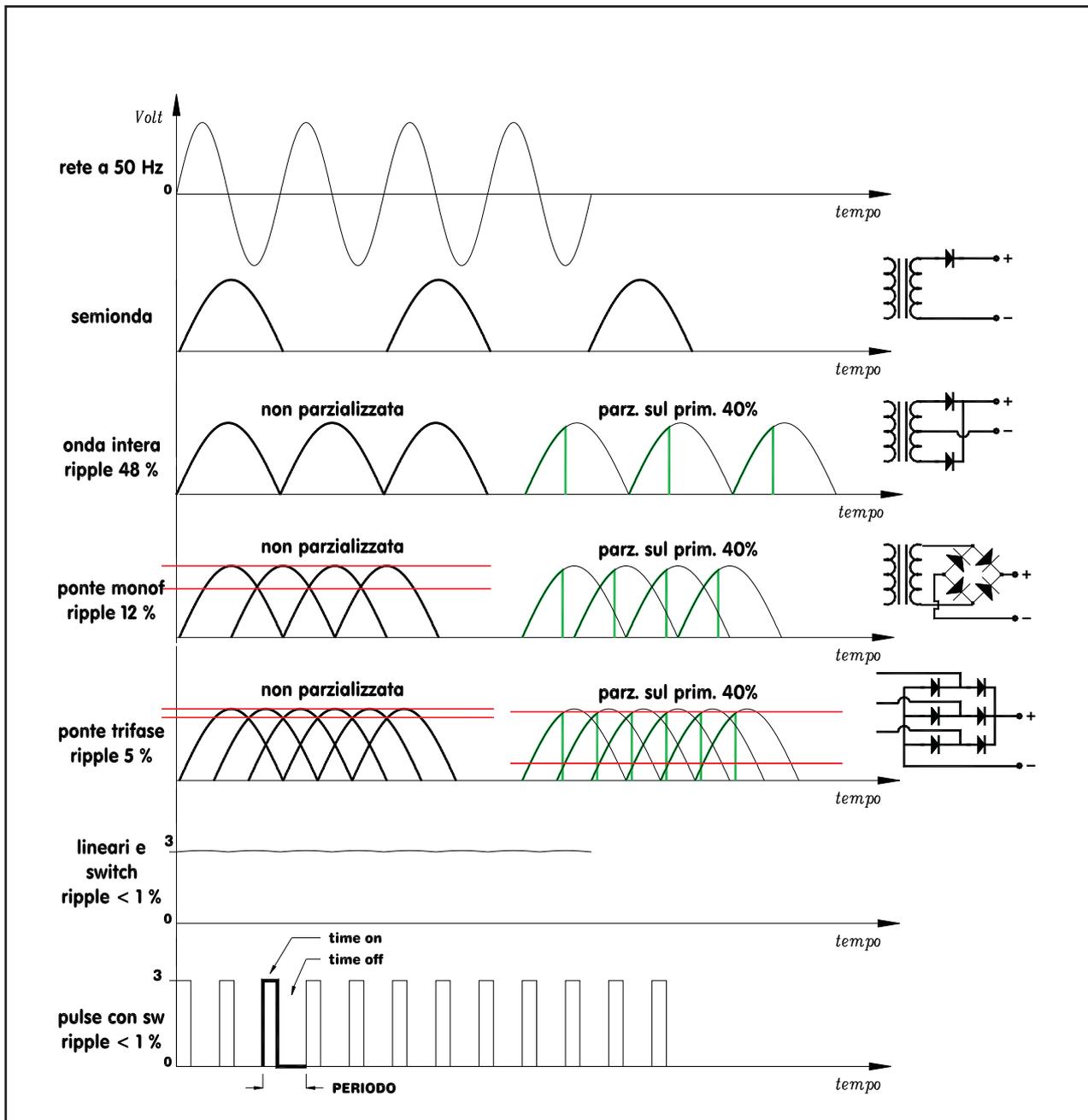
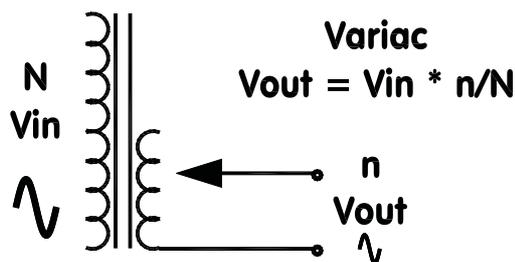


Fig. 2 Forma dell'onda di uscita dei diversi tipi di raddrizzatori

go l'avvolgimento secondario del trasformatore per variare la tensione d'uscita. Dopo qualche decennio le vecchie piastre di selenio vennero sostituite con dei più moderni diodi al silicio che, avendo una minor caduta di tensione, permettevano un'efficienza più elevata. Molto spesso poi questi raddrizzatori venivano immersi, per favorire il raffreddamento, in un particolare olio isolante che oggi viene considerato molto nocivo.

Gli apparecchi più semplici avevano il comando di variazione della tensione manuale, ma quelli più evoluti potevano avere anche il comando con un motore elettrico che spostava le spazzole lungo gli avvolgimenti del trasformatore. Questi ultimi potevano anche essere stabilizzati in tensione e il motore spostava automaticamente le spazzole al variare della tensione d'uscita, provocando nel contempo una discreta usura delle spazzole e dell'avvolgimento.

I costi di questi apparecchi dovevano essere inizialmente molto elevati, perchè era frequente ve-



dere un'unico raddrizzatore che alimentava diversi bagni, anche contemporaneamente: la tensione veniva variata per ciascun bagno in maniera indipendente con dei reostati che dissipavano in riscaldamento tutta l'energia prodotta dalla caduta tra la tensione di ingresso e quella d'uscita.

Se, per esempio, un bagno doveva funzionare a 4 V e la tensione distribuita era di 10 V, il 60% della potenza veniva dissipata in calore e solo il 40% veniva utilizzata dal bagno.

2.2. I raddrizzatori a triac

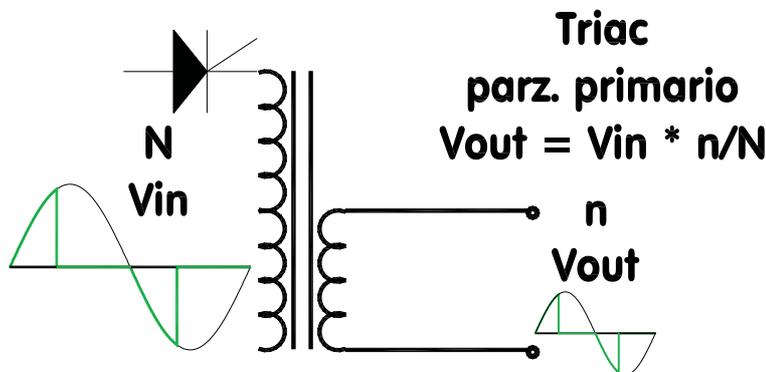
Introdotti una ventina di anni orsono questi raddrizzatori permettono di evitare la manutenzione e i problemi derivanti dal contatto strisciante dei raddrizzatori a spazzola. I triac, una sorta di interruttore comandato elettronicamente, sono posti direttamente all'ingresso ad alta tensione, sul primario del trasformatore e parzializzano la sinusoide della corrente alternata. In altre parole se la sinusoide intera produce 10 V all'uscita del trasformatore e io ho bisogno di 1 V, basterà dividere la sinusoide in 10 parti e impedire il passaggio di corrente nel trasformatore per i 9/10 del tempo di durata della sinusoide: arriveranno quindi al trasformatore dei picchi di tensione della durata di un decimo del periodo della sinusoide di ingresso.

Questa tecnologia abbastanza efficiente ha reso molto diffusi i raddrizzatori a triac che peraltro si comportano molto bene quando vengono utilizzati a valori di tensione molto prossimi ai valori massimi.

Purtroppo però quando si rende necessario ridurre la tensione d'uscita di quantità superiori al 20% l'ondulazione residua di questi raddrizzatori diventa eccessiva e non permette dei buoni risultati, specialmente su bagni critici come quelli dei me-

talli preziosi. Questa tipologia di raddrizzatori è quindi ideale per alimentare le sgrassature elettrolitiche e i grandi bagni di deposizione (Cu, Ni, Zn) dove le correnti in gioco sono abbastanza elevate (1000 - 6000 A).

Attenzione però a dimensionarli accuratamente:



se è prevista una tensione di lavoro di 5 V acquistare al massimo un 6 V, non un 8 V o peggio ancora un 10 V di fondo scala. Per quanto riguarda il dimensionamento in corrente si può invece abbondare finché si vuole, comunque che non sia inferiore a un 25-30 % della corrente massima necessaria per alimentare il bagno.

dimensionamento in tensione: +20% max della tensione massima di lavoro prevista
dimensionamento in corrente: +30% min della corrente massima prevista

2.3. Gli alimentatori stabilizzati lineari

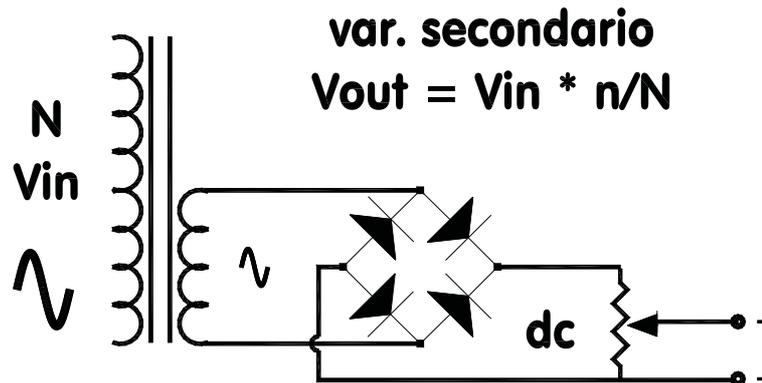
Furono i primi alimentatori a poter godere a buon ragione dell'appellativo di elettronici. Nati insieme all'elettronica venivano normalmente utilizzati nei laboratori per fornire l'alimentazione elettrica necessaria allo studio dei circuiti elettronici. Erano il primo strumento che chiunque facesse dell'elettronica dovesse comprarsi.

Il principio di funzionamento è molto semplice: un trasformatore abbassa la tensione di rete a un valore un po' superiore alla tensione massima richiesta in uscita; dei diodi raddrizzano la bassa tensione e delle valvole o dei transistor regolano e mantengono costante la tensione di uscita, dissipando tutta la parte di tensione in eccesso.

Questi alimentatori potevano essere anche molto sofisticati permettendo una stabilizzazione e un'ondulazione residua inferiore a una parte su centomila.

Il loro habitat naturale era però il laboratorio elettronico dove le potenze necessarie erano molto basse (qualche decina di Watt) e il dover dissipare in calore il 90% della corrente utilizzata non costituiva certo un problema.

In galvanica invece dove le migliaia di Watt scorrono facilmente, questi apparecchi non si diffusero, ad eccezione di qualche linea di produzione di circuiti stampati, dove peraltro si conoscono molto bene le tensioni di funzionamento dei bagni e si possono quindi dimensionare i raddrizzatori con tensioni massime molto vicine a quelle di utilizzo.



2.4. Gli alimentatori a commutazione

Rappresentano la tecnologia più evoluta e si basano su un controllo e una parzializzazione sul primario del trasformatore, più o meno come i raddrizzatori a triac (Fig. 3).

In questi apparecchi però non si utilizza la frequenza di rete di 50 cicli, ma si trasforma questa frequenza in una molto più elevata, 20.000 o 40.000 Hz, in modo che i picchi dovuti alla parzializzazione siano molto più frequenti.

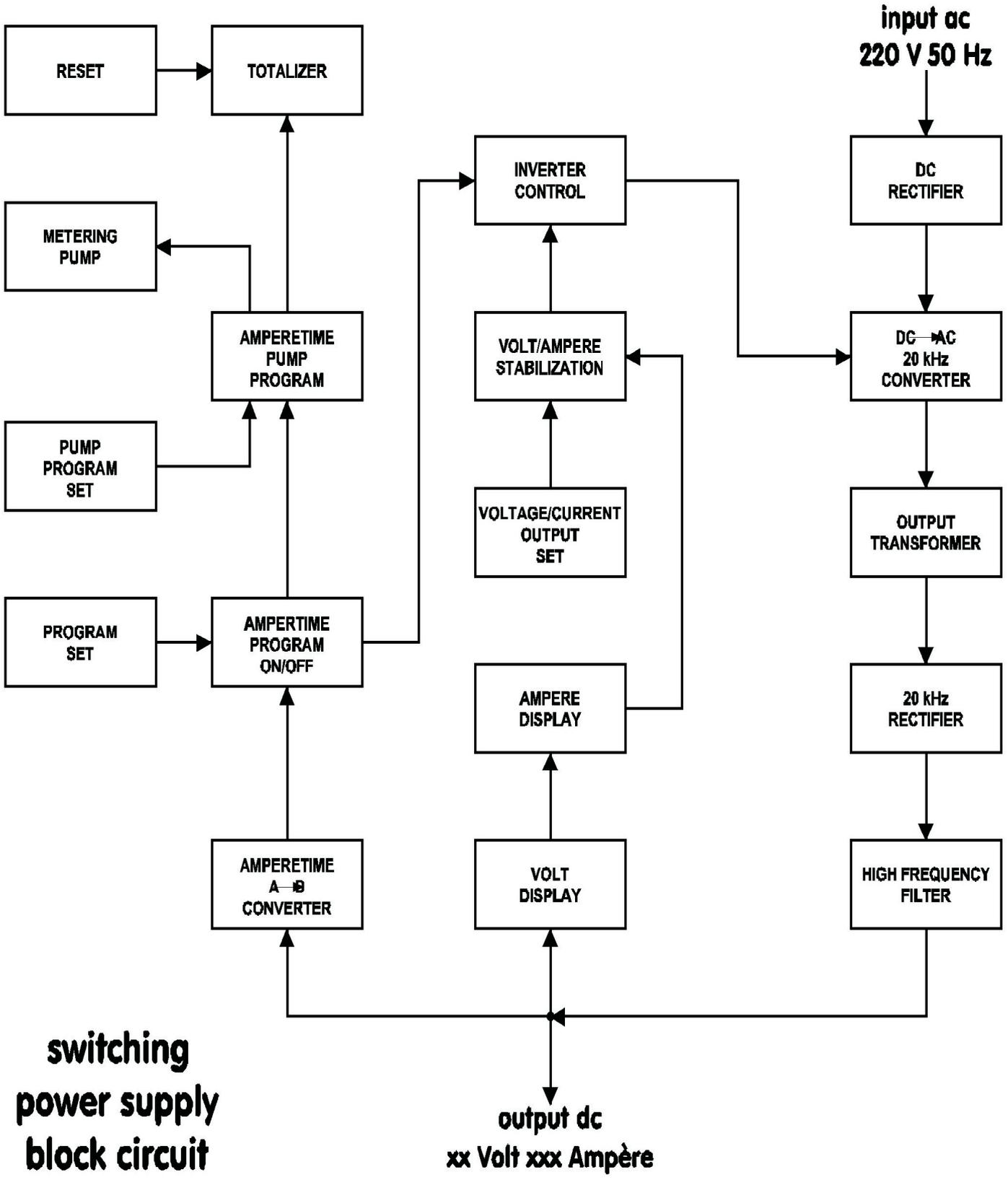
L'alta frequenza permette di costruire i trasformatori su nuclei di ferrite con un ingombro e un peso di circa 1/10 rispetto ai trasformatori su ferro e un'efficienza molto maggiore. Inoltre l'ondulazione residua dovuta alla parzializzazione si filtra molto facilmente, essendo ad alta frequenza, nei cavi stessi che costituiscono il trasformatore.

Questo tipo di alimentatore si sta diffondendo molto rapidamente anche nei laboratori elettronici e sui calcolatori grazie alle sue caratteristiche davvero notevoli: notevole stabilizzazione, minima ondulazione residua, alta efficienza e ingombro ridotto di un fattore 5 rispetto a un alimentatore tradizionale.

Allo stato attuale della tecnologia la dimensione ottimale è di circa 5000 Watt (10V 500A) e si compongono diverse unità in parallelo per fare delle potenze maggiori. Se ben progettato il sistema è in grado di funzionare, a potenza ridotta, anche in caso di rottura di qualche modulo.

Attenzione però che, data la complessità e il notevole numero di componenti (almeno un centinaio moltiplicato per il numero di moduli), questi apparecchi, per offrire una buona





affidabilità, devono essere ingegnerizzati e protetti molto bene, in modo da poter resistere alle condizioni, non sempre idilliache, dell'ambiente

galvanico: temperatura, umidità, condensazione di vapori...

3. GLI ALIMENTATORI A IMPULSI

Questi apparecchi rappresentano la più moderna e sofisticata soluzione per la deposizione di metalli preziosi per uso decorativo. Si è infatti trovato, dopo numerose e lunghe prove di laboratorio, che una corrente d'uscita con forma d'onda a impulsi quadrati, migliora notevolmente la qualità del deposito galvanico, particolarmente per quanto riguarda l'uniformità e la grana del metallo depositato.

Una migliore uniformità del deposito significa uno spessore più uniforme e quindi una minor differenza tra le zone di alta e di bassa densità di corrente; tutto questo si traduce in un colore più uniforme su tutto il pezzo e su tutto il telaio e quindi in un certo risparmio di metallo, dato che non occorre caricarne molto nelle zone di alta densità prima di avere un colore accettabile su quelle di bassa densità.

Un esempio classico di migliore uniformità di colore sui pezzi è quello che si vede sulle spalliere dei letti da dorare: con i soliti alimentatori prendono colore prima le gambe del letto e, solo dopo un po' di tempo, la parte centrale della spalliera e questo solo quando le gambe sono ormai troppo cariche e tendono ad arrossare.

La migliore uniformità sul telaio permette di caricare un numero maggiore di pezzi senza avere un colore più chiaro sui pezzi al centro e più carico al bordo del telaio.

Una grana più fine del deposito significa che gli agglomerati di molecole che formano il deposito sono più piccoli, cioè il deposito è più compatto; questo si traduce in una migliore resistenza all'abrasione e in una più rapida "messa in colore" del pezzo.

Dato il loro uso, gli apparecchi sono forniti completi di un Ampèreminutametro per lo spegnimento automatico al raggiungimento del deposito desiderato, di un totalizzatore per conoscere, in ogni momento, il consumo di metallo nel bagno. Possono inoltre essere equipaggiati con un Ampèreminutametro che comanda una pompa dosatrice, in modo da mantenere automaticamente costante il contenuto di metallo nella vasca di deposizione.

Questi apparecchi sono inoltre stabilizzati in maniera eccellente e permettono una facile e accurata regolazione della tensione d'uscita. Strutturalmente sono racchiusi in un contenitore rack e hanno dimensioni molto contenute. Internamente sono completamente tropicalizzati con impregnanti siliconici per resistere alle condizioni, non sempre felici, dell'ambiente galvanico.

L'impiego di questi apparecchi ha dato ottimi risultati con tutti i bagni di metalli preziosi, sia con pezzi a telaio sia con pezzi trattati a rotobarile e persino nelle deposizioni a tampone.

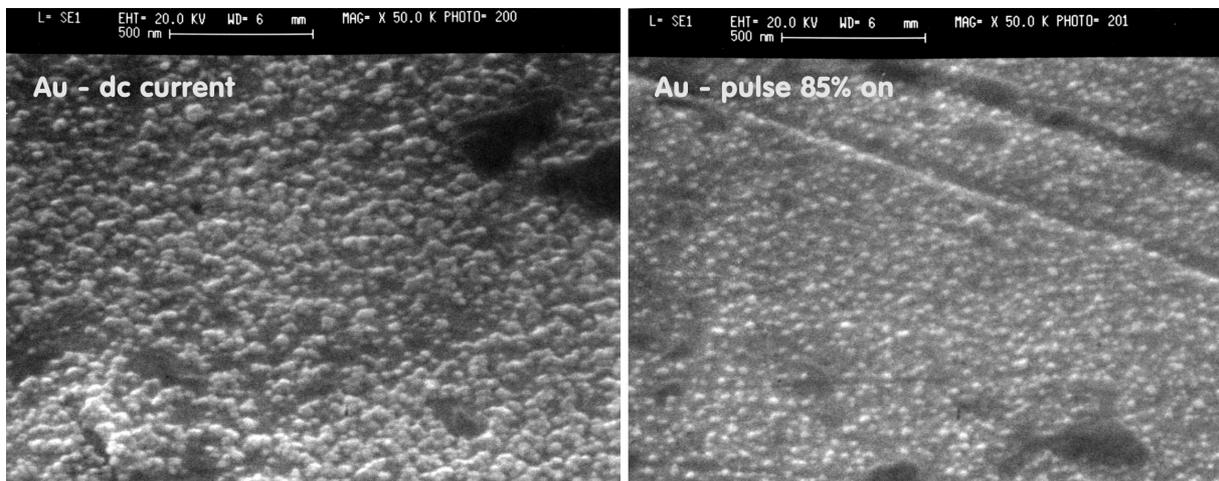
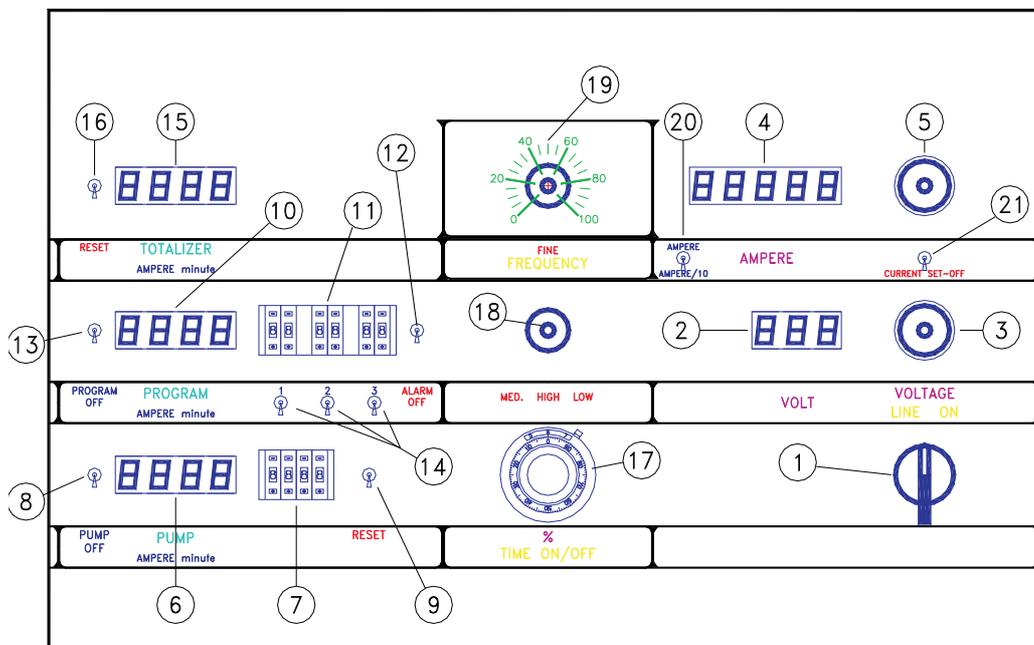
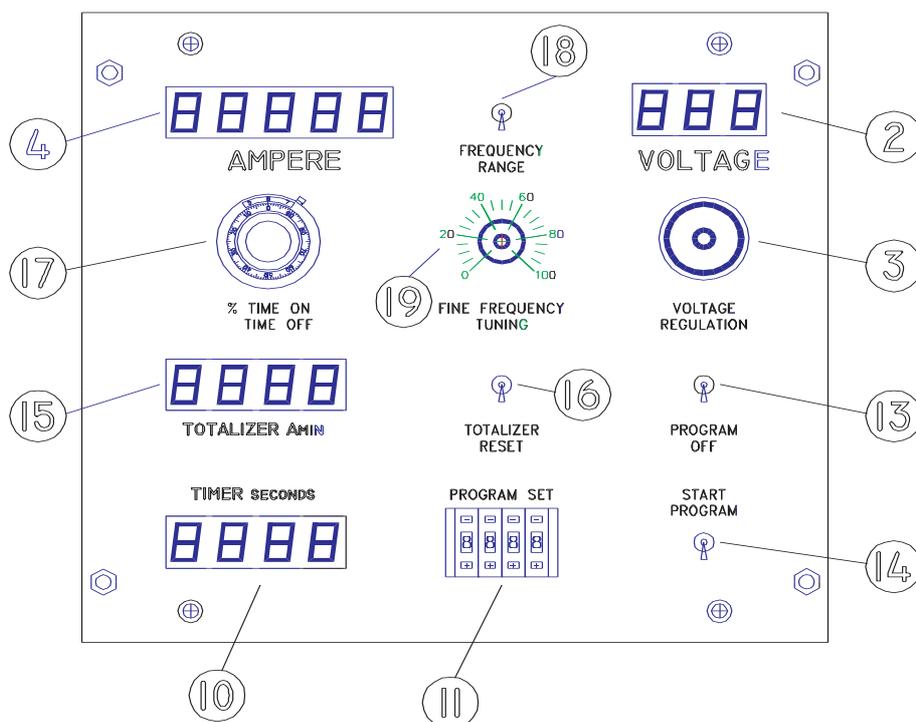


Fig. 4 Differenza di grana tra due depositi: a sinistra con corrente continua, a destra con impulsi



- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Interruttore generale | 11 Programmatore spegnimento |
| 2 Display della tensione | 12 Esclusione allarme |
| 3 Regolazione di tensione | 13 Esclusione programmatore |
| 4 Display della corrente | 14 Partenza programma |
| 5 Non presente | 15 Display totalizzatore |
| 6 Display pompa dosatrice | 16 Reset totalizzatore |
| 7 Programmatore pompa dos. | 17 Regolazione forma impulso: time on / time off % |
| 8 Esclusione pompa dosatrice | 18 Regolazione della frequenza: 10-100 / 100-1000 / 1000-10000 Hz |
| 9 Reset pompa dosatrice | |
| 10 Display programmatore | |

Fig. 5 Pannello di controllo di un alimentatore a impulsi completo con tutte le possibili opzioni

3.1. Regolazione della forma dell'impulso

Questo comando permette di regolare, in percentuale, il tempo di passaggio della corrente rispetto al tempo in cui la corrente è nulla:

$$(\text{tempo di conduzione} \div \text{periodo}) \times 100$$

Ad ognuno dei dieci giri della manopola corrisponde un 10% di variazione. Il numero di giri compare nella finestrella sopra la manopola e corrisponde quindi alla cifra delle decine (1 = 10%, 7 = 70%, 9 = 90%).

Le cifre delle unità e dei decimi compaiono sul nonio collegato alla manopola e dipendono dall'angolo di rotazione della medesima; per esempio per una rotazione di 90 gradi si leggerà

25 cioè 2.5%, per una rotazione di 270 gradi si leggerà 75 cioè 7.5%. Per esempio se nella finestrella superiore si legge 7 e sul nonio 65 il tempo di conduzione sarà del 76.5%.

Quando la manopola è a 0 il tempo di conduzione è zero e non esce praticamente corrente dall'alimentatore; quando è al 100% il tempo di conduzione è il 100% del periodo e il tempo di pausa è nullo.

In tal caso, in prima approssimazione, è come se uscisse dall'apparecchio corrente continua, anche se in realtà esiste sempre un brevissimo tempo di pausa, con corrente nulla, dell'ordine del decimillesimo di secondo.

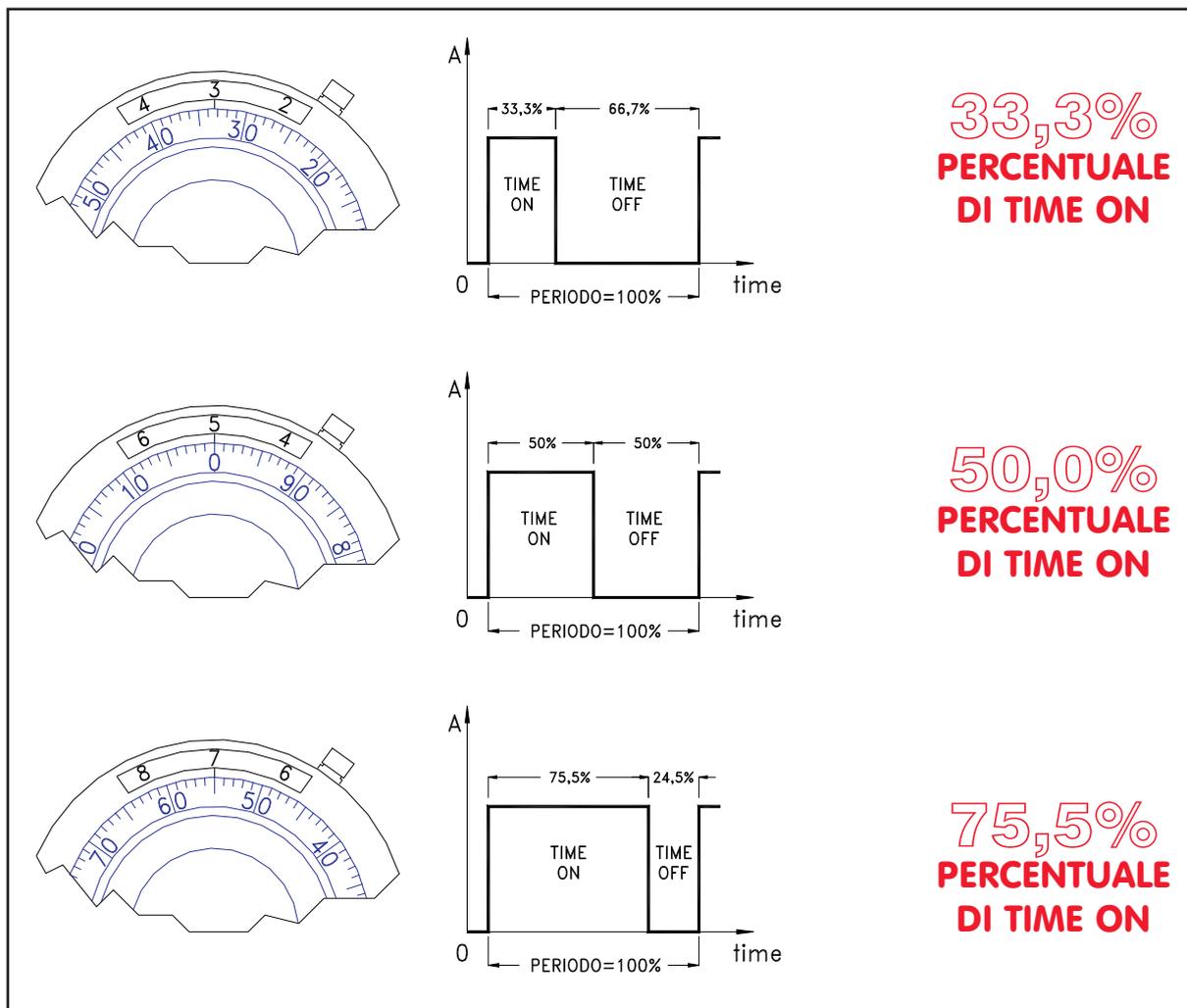


Fig. 6 Particolare della regolazione della percentuale dell'impulso

3.2. Regolazione della frequenza

Si possono selezionare tre range di frequenza, cioè di numero di impulsi al secondo:

RANGE	FREQUENZA
LOW	10-100 impulsi al secondo
MED	100-1000 impulsi al secondo
HIGH	1000-10000 impulsi al secondo

Esiste poi una regolazione fine che permette di regolare la frequenza tra il valore minimo e massimo del range di frequenza scelto col selettore. Per esempio, quando la manopola è su 60, corrispondano:

RANGE	FREQUENZA
LOW	60 impulsi al secondo
MED	600 impulsi al secondo
HIGH	6000 impulsi al secondo

In prima approssimazione, nei bagni di deposizione acidi per uso decorativo, a una frequenza bassa corrisponde una maggiore capacità di codepositare gli altri metalli (inquinanti) contenuti nel bagno. Convien quindi a bagno nuovo impostare una bassa frequenza, in modo da rallentare l'inquinamento del bagno; a bagno vecchio occorre invece impostare una frequenza alta in modo da mantenere un colore decente nonostante l'alto inquinamento di metalli. Tutto questo ovviamente permette di allungare in maniera cospicua la vita del bagno.

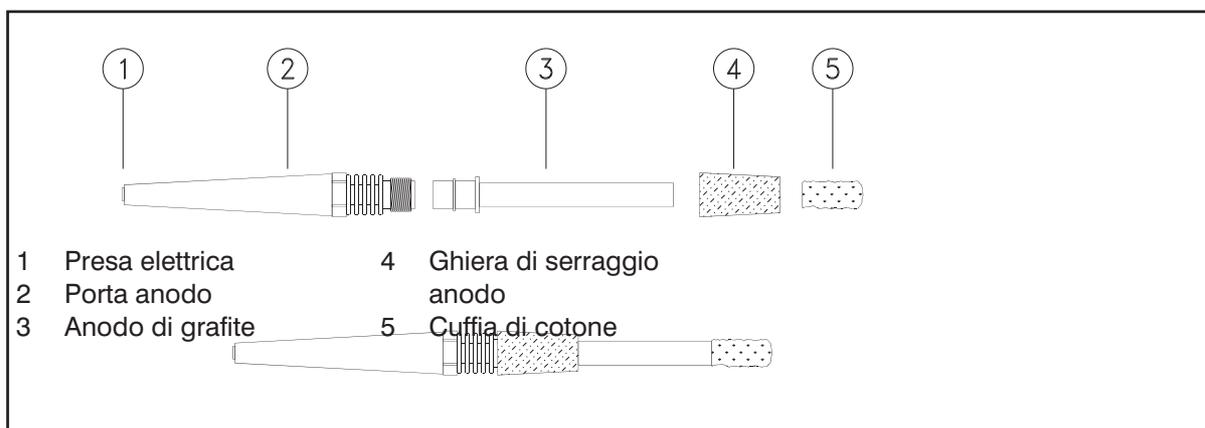
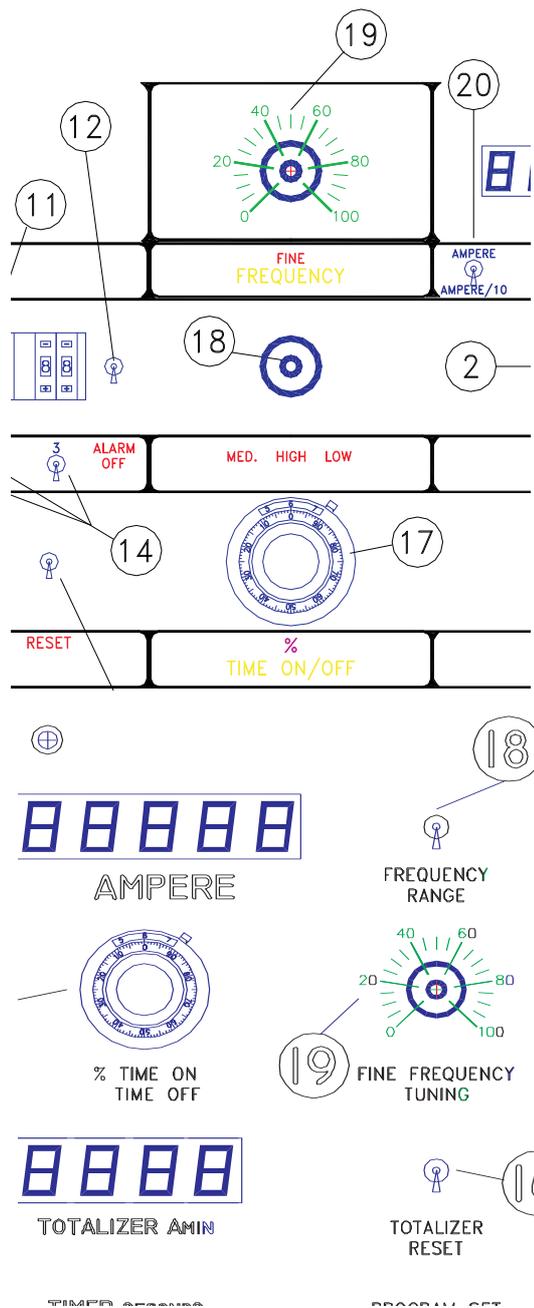


Fig. 7 - Tampone con anodo di grafite e cuffia

4. PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE

Collocare gli apparecchi in un posto asciutto e riparato dai vapori, dagli spruzzi e dallo sporco.

4.1. Collegamenti elettrici

Seguire lo schema di montaggio indicato nella figura 7 e collegare gli anodi al terminale marcato col |+| e i catodi al terminale marcato col |-|. Usare dei cavi di sezione appropriata alla corrente massima dell'apparecchio e comunque non inferiori a 3 mm² per ogni 10 Ampère, per esempio pSer un 100A usfare un cavo da 30 mm².

Terminare poi questi cavi da entrambe le parti con dei capicorda e con un pezzetto di guaina per pro-

teggere l'estremità spelata del cavo. Ispezionare spesso questi contatti e ripulirli quando è necessario

Fare attenzione che spesso la la barra anodica individuata col |+| è collegata a terra all'interno dell'apparecchio

4.2. Posizionamento degli apparecchi con pompa dosatrice

Consultate il disegno della figura 8 -.

Se nel Vostro alimentatore è incorporata la pompa dosatrice, collocatelo ad una giusta altezza, +/-500 mm, rispetto al livello del liquido della vasca in cui la pompa deve dosare: in pratica la zona utile di montaggio è quella indicata con |7| nella figura 2 -. Nel cerchio |1| lo strumento è installato alla massima altezza possibile rispetto al livello del liquido, nel cerchio |2| alla minima altezza possibile.

Se il Vostro alimentatore è fornito con una pompa dosatrice separata racchiusa in un contenitore tra-

sparente, collocate quest'ultimo alla giusta altezza rispetto al livello del liquido della vasca, mentre potete collocare altrove l'alimentatore.

Posizionate il fustino (4) di alimentazione della pompa dosatrice sotto lo strumento con un dislivello massimo di 1500 mm rispetto alla pompa dosatrice.

Collegare il tubo di alimentazione (5) in modo che arrivi sul fondo del fustino di alimentazione (4) e il tubo di uscita (6) al bordo della vasca in cui fare le aggiunte, in modo che **NON** sia mai immerso

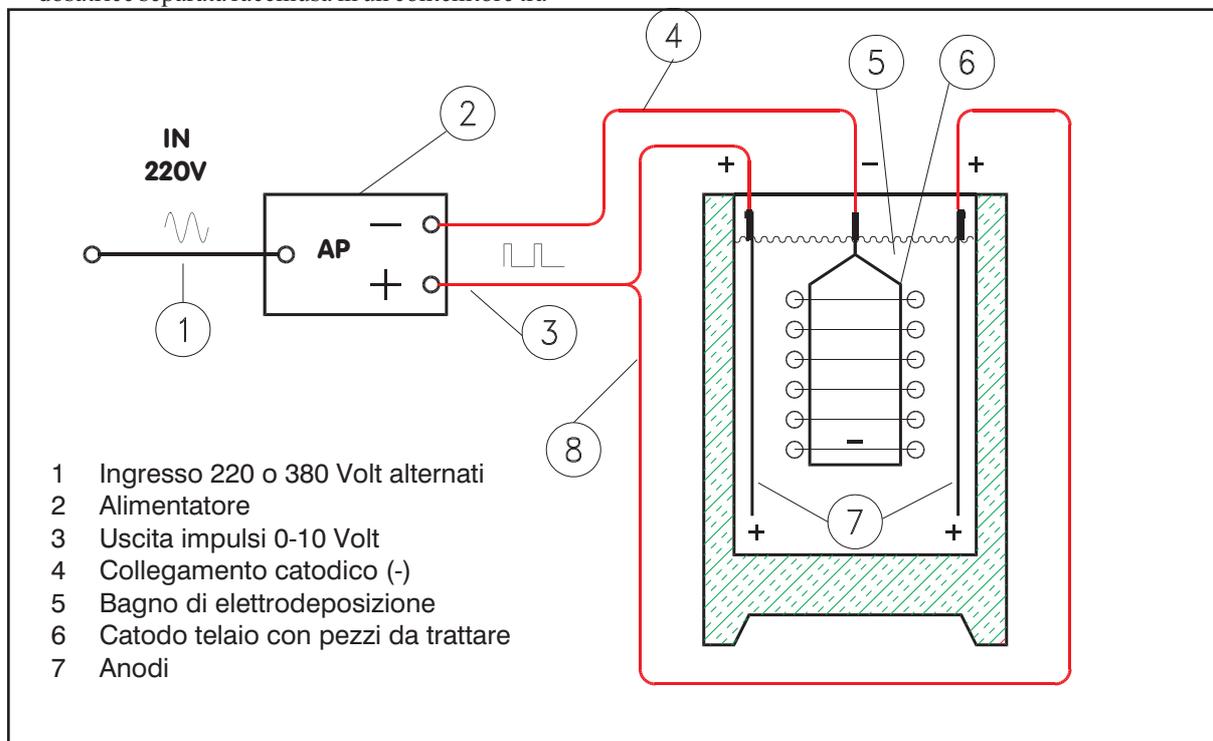


Fig. 8 - Schema di funzionamento e collegamenti di una vasca di elettrodeposizione

nel liquido della vasca, per evitare possibili sifonamenti.

Montare delle fascette stringitubo sui bocchelli della pompa dosatrice e serrarle, senza stringerle eccessivamente dato che i bocchelli sono di materiale plastico.

Mantenere pulito il fustino verificando frequentemente che non si depositi sporco sul fondo, per evitare che esso possa ostruire o danneggiare le valvole della pompa dosatrice.

Controllare frequentemente le valvole della pompa dosatrice: possono sporcarsi e deformarsi, non assicurando più la tenuta richiesta.

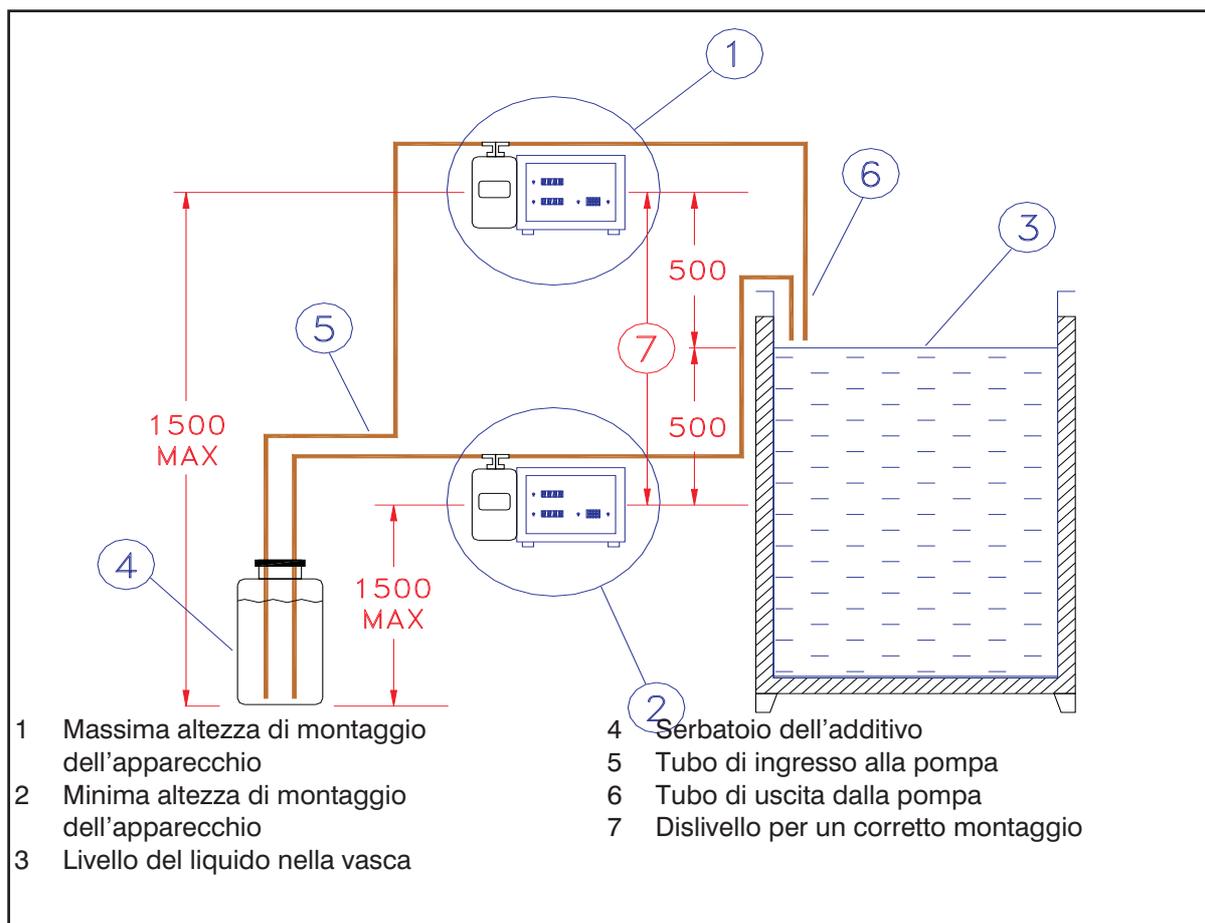
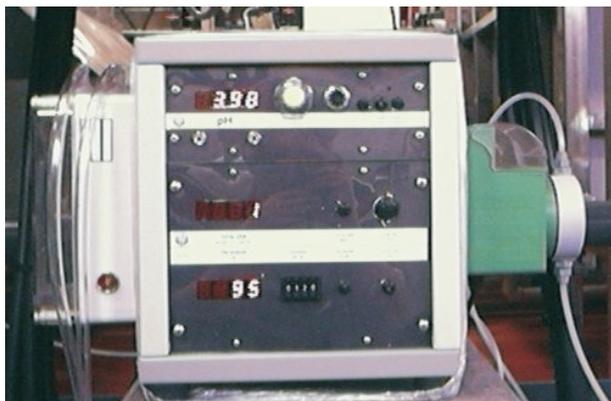


Fig. 9 - Schema di montaggio degli apparecchi con pompa dosatrice

5. GLI AMPERORAMETRI

Questi apparecchi dal costo contenuto sono molto affidabili. Essi misurano il prodotto:

Ampère x unità di tempo

Dato che in un qualunque bagno elettrolitico la quantità di metallo depositata è proporzionale a questa grandezza, essi indicano:

- * la quantità di metallo depositata
- * il consumo complessivo di metallo
- * il consumo di additivi (brillantanti)

Questi dati sono indispensabili per la gestione e il controllo di tutte le vasche in cui si svolge un processo di elettrodeposizione.

L'installazione di questi apparecchi è molto semplice, basta collegarli allo shunt del raddrizzatore, Fig. 9, o eventualmente a uno shunt addizionale posto sulla barra catodica.

Occorre poi impostare sul programmatore dei valori di shunt, posto in genere sul retro dell'apparecchio, la corrente di fondo scala del raddrizzatore: per esempio per un raddrizzatore da 2500 A impostare 25.

Gli Ampèrorametri e gli Ampèrminutimetri vengono generalmente usati con le seguenti funzioni:

- * interrompere la deposizione, specialmente in depositi di preziosi, al raggiungimento del deposito desiderato
- * collegato a una pompa dosatrice permette di dosare i brillantanti in bagni di metalli non preziosi
- * sempre collegato a una pompa dosatrice permette di dosare i brillantanti e il metallo consumato nei bagni di metalli preziosi

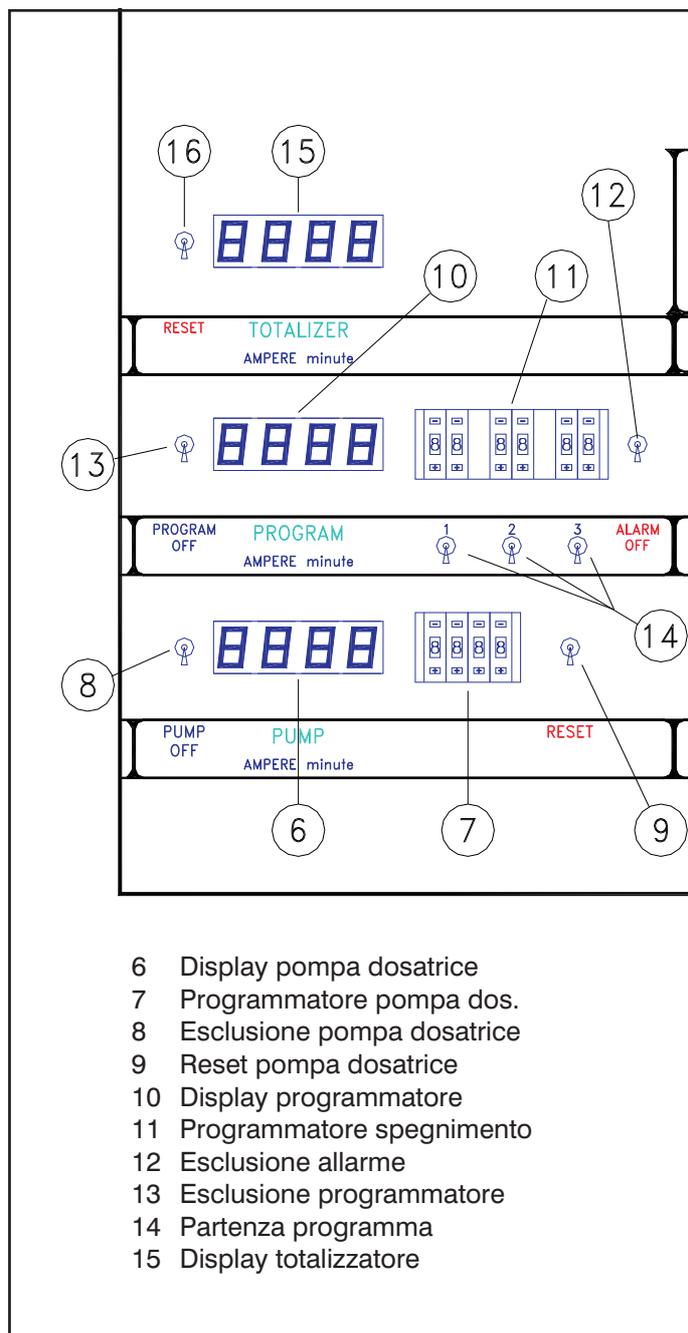


Fig. 10 - Particolare Ampèrminutimetri

5.1. Per interrompere la deposizione

Spesso l'apparecchio è usato per spegnere il raddrizzatore di un bagno di deposizione al raggiungimento del deposito desiderato, specialmente in bagni di metalli preziosi.

In questo caso impostare sul programmatore |11| il numero di Ampèreminuti desiderati, introdurre i pezzi nella vasca e pigiare l'interruttore |14| "PROGRAM START"

L'apparecchio imposterà sul display |10| il numero di Ampèreminuti programmato e darà al raddrizzatore il segnale di accensione.

Si vedrà successivamente, al passare della corrente nel bagno, il display |10| decrescere dal numero impostato fino a 0000. A questo punto l'apparecchio darà al raddrizzatore il segnale di spegnimento e si potranno estrarre i pezzi dalla vasca.

Introdurre un nuovo telaio e pigiare |14| "PROGRAM START", si sarà così sicuri di ottenere lo stesso deposito che si era avuto precedentemente.

5.2. Dosatore in bagni di metalli preziosi

Spesso l'apparecchio è usato per reintegrare il consumo di metallo e di additivi in un bagno di do-

ratura, e in tal caso è, in genere, tarato in Ampèreminuti. In questo caso procedere come sotto descritto.

5.2.1. Riempimento del fustino

Mettere 2 litri di acqua demineralizzata calda, nel fustino del dosatore e scioglierci 100 g di sali d'oro, mescolando accuratamente in modo da non avere residui sul fondo del fustino.

Aggiungere l'additivo fornito dal produttore del bagno, sempre mescolando accuratamente. Portare poi il contenuto del fustino a 5 litri, aggiungendo acqua demineralizzata e mescolando sempre accuratamente.

A questo punto abbiamo una soluzione contenente 20 g/litro di sali d'oro e la pompa dosatrice, tarata per dosare 50 cc, doserà 1 g di sali d'oro per ogni pompata, infatti:

$$5.000 \text{ cc} : 50 \text{ cc} = 100 \text{ pompate}$$

$$100 \text{ g} : 100 \text{ pompate} = 1 \text{ g per pompata}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg sali Au} = 680 \text{ mg Au metallo}$$

5.2.2. Impostazione del programmatore

A questo punto, in base alle informazioni del produttore del bagno di doratura si saprà il consumo medio, o **RENDIMENTO**, del bagno, valore che, normalmente, oscilla tra 15 e 25 mg di Au metallo per Ampèreminuto. Consideriamo, per esempio, che questo valore sia di 20 mg

Ciò significa che per ogni Ampèreminuto che passa nel bagno si depositano 20 mg di Au metallo. Basterà ora dividere il contenuto di una pompata (680 mg di Au) per il rendimento del bagno (20 mg/Amin) e si saprà ogni quanti Ampèreminuto effettuare il dosaggio:

$$(1) \quad 680 \text{ mg Au metallo} : 20 \text{ mg} = 34 \text{ Ampèreminuto}$$

Impostare quindi sul programmatore |7| della fig. 10 il valore 34: il programmatore azionerà la pom-

pa dosatrice ogni 34 Ampèreminuto aggiungendo quindi al bagno 680 mg di Au metallo.

$$34 \text{ Ampèreminuto} \times 20 \text{ mg.} = 680 \text{ mg}$$

5.2.3. Uso del totalizzatore

Se il Vostro apparecchio è munito di totalizzatore riempite con tutti i dati una tabella sul tipo di quella allegata in fondo al presente manuale ogni volta

che avrete consumato tutto il contenuto del fustino: Vi sarà utile per conoscere l'effettivo consumo del bagno e il consumo complessivo del mese.

5.2.4. Taratura del programma impostato

Il consumo medio del bagno fornito dal produttore è sempre un valore approssimato e può variare in funzione di molti parametri, come la temperatura, la tensione di funzionamento, il rapporto superficie anodica/catodica. Sarà quindi utile pro-

cedere ad una taratura del sistema nel modo sotto descritto.

5.2.5. Analisi del bagno

Eeguire un'analisi del bagno al momento dell'installazione dell'apparecchio. Ammettiamo per esempio che il contenuto di Au metallo in vasca sia di

$$0,2 \text{ g/litro} = 200 \text{ mg/litro}$$

Regolare l'apparecchio come sopra descritto, per esempio a 34 scatti (rendimento del bagno 20 mg/Ampèreminuto), far passare nel bagno qualche migliaio di Ampèreminuto, per esempio

5.100, e fare una nuova analisi del bagno.

Ci sono tre possibilità:

- * il contenuto di Au metallo è ancora 200 mg/litro: la taratura di 34 Ampèreminuto è esatta e non va più ritoccata;
- * il contenuto di Au metallo in vasca è diminuito, per esempio sia di 150 mg/litro
- * il contenuto di Au metallo in vasca è aumentato, per esempio sia di 240 mg/litro

5.2.6. Il contenuto è diminuito

Ammettiamo che la vasca abbia una capacità di 1.000 litri e che l'analisi abbia dato un contenuto

di 150 mg/litro, allora il metallo consumato in vasca sarà:

$$(200 \text{ mg/l} - 150 \text{ mg/l}) \cdot 1000 \text{ litri} = 50 \text{ g}$$

Il metallo che è stato dosato in vasca dall'apparecchio è:

$$5.100 \text{ Amin totali} : 34 \text{ Amin programmati} = 150 \text{ pompate}$$

$$150 \text{ pompate} \cdot 680 \text{ mg per pompata} = 102 \text{ g}$$

Il metallo totale consumato dal bagno sarà

$$102 \text{ g dosati} + 50 \text{ g consumati in vasca} = 152 \text{ g totali}$$

Questo vuol dire che il bagno in 5.100 Ampèreminuti ha depositato 152 g di Au metallo quindi la reale efficienza del bagno sarà

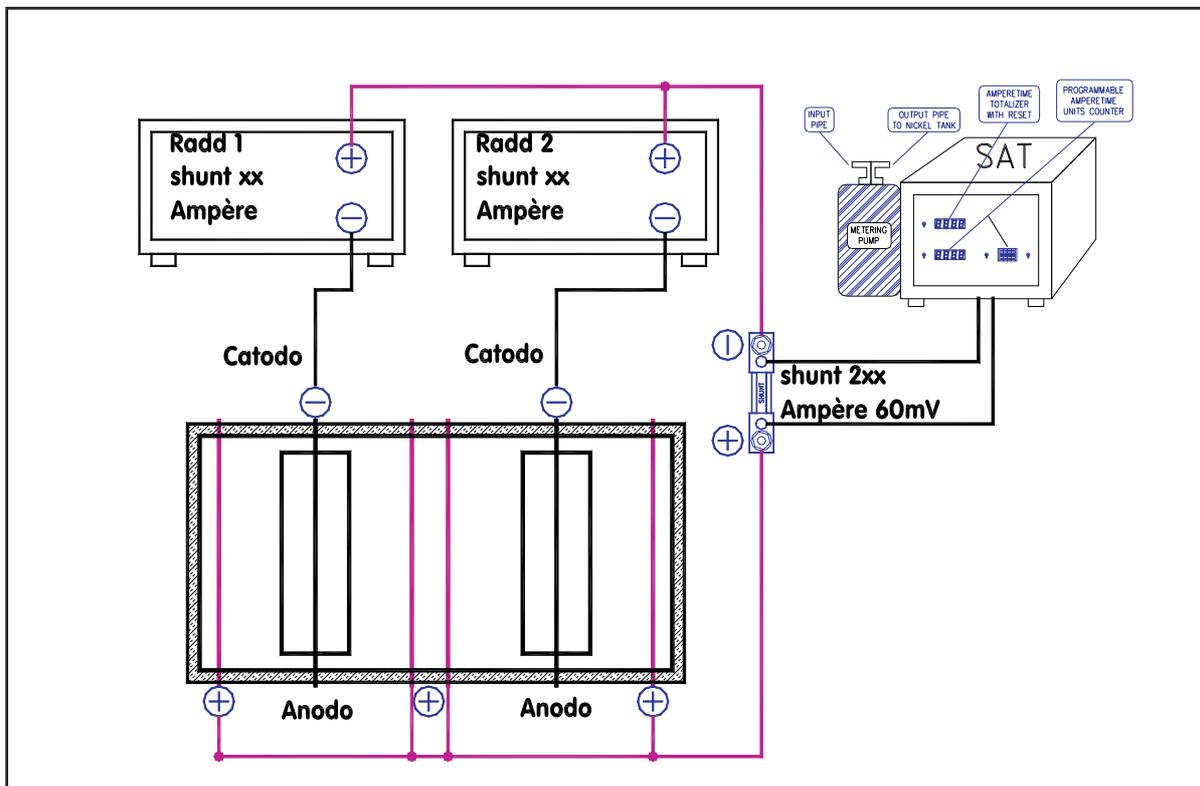


Fig. 11 Schema di collegamento di due ampèrorametri a un unico raddrizzatore

$$152 \text{ g} : 5.100 \text{ Amin} = 30 \text{ mg per Ampèreminuto}$$

quindi in base alla formula (1) il nuovo valore da impostare sul programmatore [7]

$$680 \text{ mg (contenuto di una pompata)} : 30 \text{ mg} = 23 \text{ Ampèreminuto}$$

A questo punto il dosatore farà una pompata di 50 cc contenente 1 g di sali d'oro pari a 680 mg di Au metallo ogni 23 Amin, quindi 222 pompate in

5.100 Ampèreminuto per un totale di 222 g di sali d'oro pari a 151 g di metallo.

5.2.7. Il contenuto è aumentato

Ammettiamo sempre che la vasca abbia una capacità di 1.000 litri e che l'analisi abbia dato un con-

tenuto di 240 mg/litro; allora il metallo aumentato in vasca sarà:

$$(240 \text{ mg/l} - 200 \text{ mg/l}) \cdot 1.000 \text{ litri} = 40 \text{ g}$$

Il metallo che è stato dosato in vasca dall'apparecchio è

$$5.100 \text{ Amin totali} : 34 \text{ Amin programmati} = 150 \text{ pompate}$$

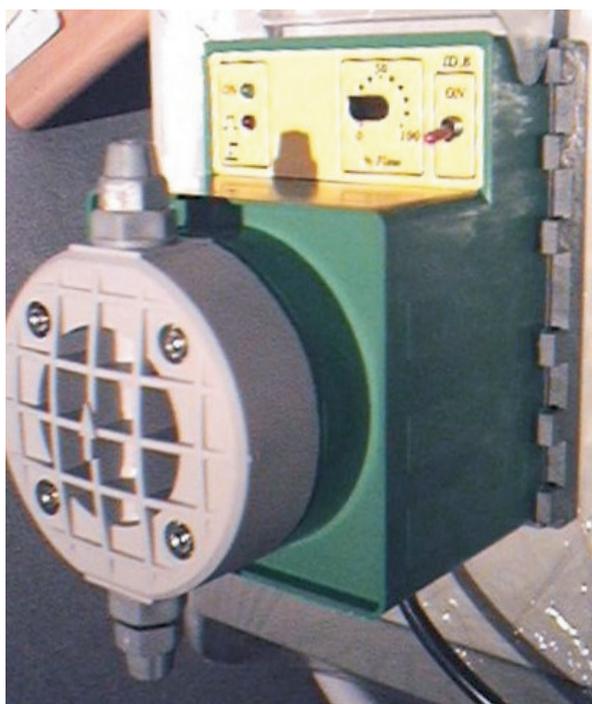
$$150 \text{ pompate} \times 680 \text{ mg/pompate} = 102 \text{ g}$$

Il metallo totale consumato dal bagno sarà

$$102 \text{ g dosati} - 40 \text{ g aumentati in vasca} = 62 \text{ g totali}$$

Questo vuol dire che il bagno in 5.100 Amin ha depositato 62 g di Au metallo, quindi la reale efficienza del bagno sarà

$$62 \text{ g} : 5.100 \text{ Amin} = 12,2 \text{ mg per Ampèreminuto}$$



quindi in base alla formula (1) il nuovo valore da impostare sul programmatore |2| delle figure 5 - 6 sarà

680 mg (contenuto di una pompata) : 12,2 = 57 Ampèreminuti

A questo punto il dosatore farà una pompata di 50 cc, contenente 1 g di sali d'oro pari a 680 mg di Au metallo ogni 57 Ampèreminuti, quindi 90 pompa-

te in 5.100 Ampèreminuti per un totale di 90 grammi di sali d'oro, pari a 62 grammi di Au metallo.

6. TARATURA DEGLI APPARECCHI

Indipendentemente dalla qualità degli apparecchi di controllo scelti bisogna prevedere una scheda per la loro taratura periodica e, specialmente, non trascurare di fare questa operazione agli intervalli di tempo stabiliti.

Conviene effettuare questa taratura con frequenza almeno settimanale per gli elettrodi di misura del pH e con frequenza almeno mensile per le altre sonde. Bagni particolarmente sensibili alle variazioni dei parametri di funzionamento, come il nichel electroless, possono richiedere una frequenza di taratura degli apparecchi di controllo ancora superiore.

La scheda di taratura, una per ogni apparecchio, deve identificare lo strumento, la linea e la vasca su cui è applicato e deve riportare il costruttore dell'apparecchio, il modello, il numero di serie e la frequenza di taratura stabilita. Sul retro della

scheda ci dovrebbero essere riportate le modalità di taratura dello strumento. L'operatore dovrà compilare poi la scheda con la data, le misure prima e dopo la taratura ed eventuali annotazioni come la sostituzione della sonda o la variazione di altri parametri operativi.

Per quanto sia elevata la qualità di un apparecchio elettronico, la misurazione dei parametri viene effettuata da delle sonde di misura che, oltre ad avere per loro intrinseca costruzione una certa deriva, sono permanentemente a contatto con dei liquidi non proprio gradevoli. Al contrario l'elettronica, se mantenuta pulita e in un ambiente senza presenza di condensa, ha una notevole affidabilità.

Conviene comunque, anche per rispettare le norme ISO 9000, prevedere una revisione e taratura annuale dell'apparecchio effettuata direttamente dal costruttore o da un Ente di controllo.

6.1. Taratura di un Ampèroometro

- * Prendere un cilindro graduato da 100 cc e, agendo sulla ghiera 15 della pompa dosatrice, regolare la portata della pompa, normalmente tarata a 50 cc.
- * Collegare un millivoltmetro di precisione allo shunt del raddrizzatore e, facendo passare nel bagno una corrente costante, lasciare contare lo strumento per almeno 300 secondi. Controllare nel frattempo che la tensione letta sul millivoltmetro sia costante.

- * Calcolare la corrente media in base alla seguente formula, dove I_{max} è la corrente massima di targa del raddrizzatore e V_0 i mV medi letti sul millivoltmetro.

$$I = I_{max} * V_0 / 60$$

- * Verificare la lettura dell'Ampèroometro in base alla seguente formula, dove #Ah è il numero di Ampèreora contati nell'intervallo di tempo t, misurato in secondi:

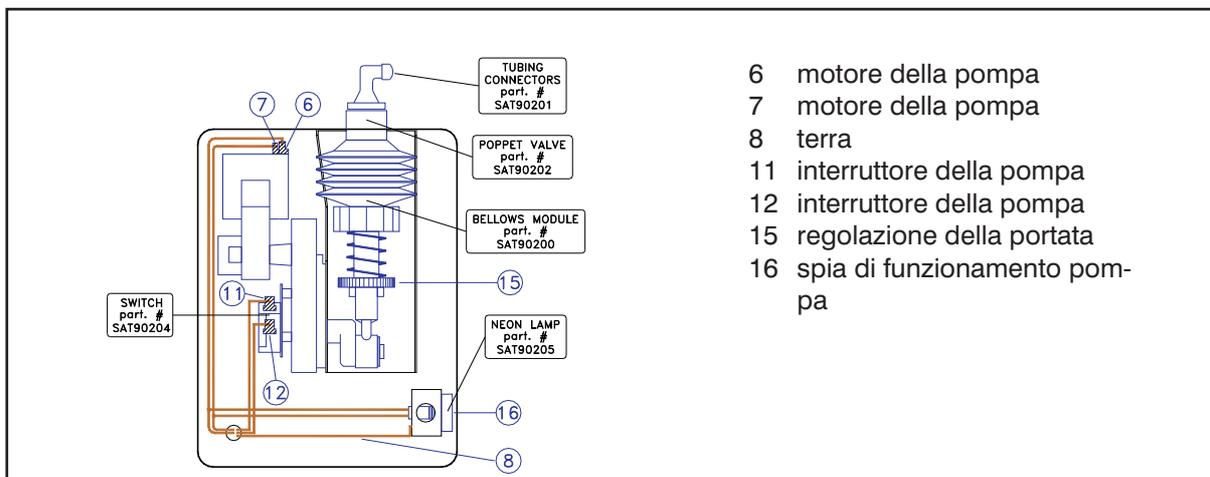


Fig 12 Aspetto, collegamenti e ricambi della pompa dosatrice.

APPARECCHIO	AMPÈREORAMETRO	LINEA	
MODELLO	SAT01320	VASCA	
COSTRUTTORE	EFG KRÜGER	MATRICOLA	
INDIRIZZO	VIA ALGHERO 12 - MILANO ITALY	Comp. dosato	
TEL / FAX	**39 02 27000951 / 27000991	Dosaggio cc/Aora	
FORNITORE BAGNO		Sigla Bagno	
INDIRIZZO		analisi ogni A ora	
tel / fax			

data	Aora / min	operatore	note
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

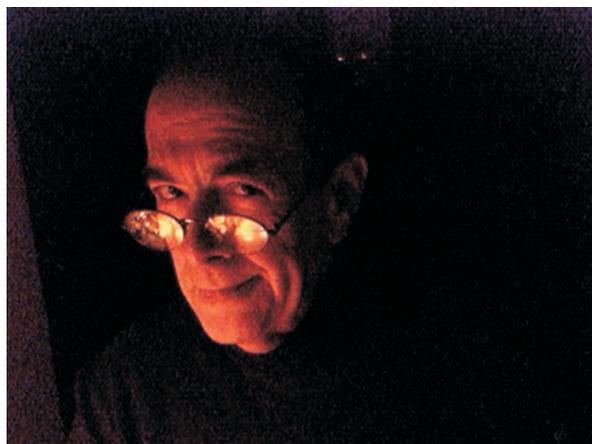


SCHEDA AMPÈREORA BAGNO
MESE ANNO

Indice

A		
alimentatore	pag.	3
Alimentatori collegamenti elettrici	pag.	13
Ampère	pag.	3
AMPERORAMETRI	pag.	15 - 18
Ampèrorametri taratura	pag.	19
Analisi del bagno	pag.	17
anodi	pag.	3
C		
colore più uniforme	pag.	9
D		
deposizione	pag.	3
differenza di potenziale	pag.	3
dimensionamento in tensione	pag.	6
dimensionamento in corrente	pag.	6
Dosatore in bagni di preziosi	pag.	16
Dosatori taratura del programma	pag.	16
E		
elettrolita	pag.	3
F		
forma impulso regolazione	pag.	11
frequenza impulso regolazione	pag.	12
G		
grana del deposito	pag.	9
I		
Il contenuto è aumentato	pag.	18
Il contenuto è diminuito	pag.	17
Impostazione del programmatore	pag.	16
interrompere la deposizione	pag.	16
ISO 9000	pag.	19
O		
Ohm legge	pag.	3
ondulazione residua ripple	pag.	6
P		
pile	pag.	5
pompa dosatrice posizionamento	pag.	13
PROGRAM START	pag.	16
R		
raddrizzatore	pag.	3
raddrizzatori a commutazione	pag.	7
raddrizzatori a impulsi	pag.	9 - 12
raddrizzatori a triac	pag.	6
raddrizzatori ad alta frequenza	pag.	7
raddrizzatori con diodi al silicio	pag.	6
raddrizzatori con piastre di selenio	pag.	5
raddrizzatori stabilizzati lineari	pag.	7
rendimento di un bagno	pag.	16
resistenza	pag.	3
Riempimento del fustino	pag.	16
S		
scheda di taratura	pag.	19
sezione cavi alimentatori	pag.	13

stabilizzazione	pag.	4
T		
Taratura di un Ampèrorometro	pag.	19
totalizzatore uso del	pag.	16
trasformatori variabili	pag.	5
tropicalizzazione	pag.	7
U		
uniformità di deposizione	pag.	9
V		
valvole della pompa dosatrice	pag.	14
Volt	pag.	3



!! per qualunque chiarimento scrivetemi !!
gk@gkappa.com