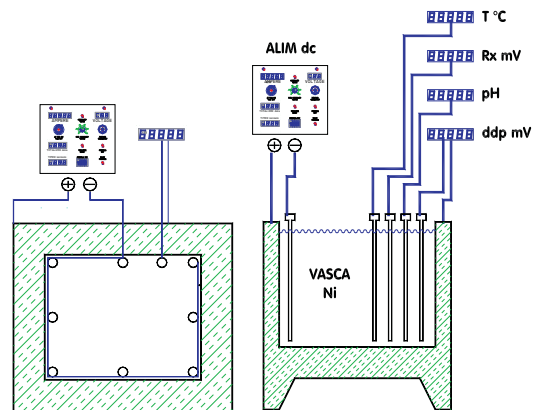
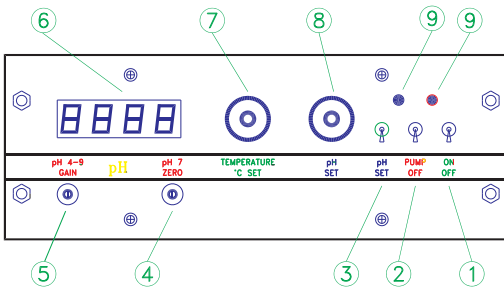
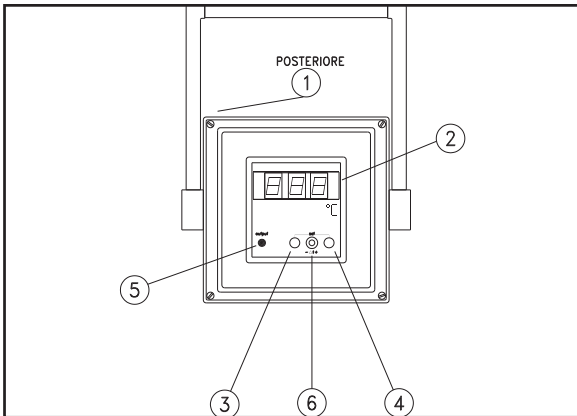




# IL CONTROLLO DEI PROCESSI GALVANICI



# Lezioni per il corso di base AIFM 2011

## Controllo del processo

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>pag. 3</b>
1.1.	La qualità	pag. 3
1.2.	Il processo galvanico	pag. 3
1.3.	Il ciclo operativo	pag. 4
1.3.1.	Preparazione	pag. 4
1.3.2.	Risciacqui intermedi	pag. 4
1.3.3.	Risciacqui finali	pag. 5
1.3.4.	Asciugatura finale	pag. 5
1.4.	L'impianto galvanico	pag. 5
1.4.1.	Impianti a passo	pag. 5
1.4.2.	Impianti programmabili	pag. 5
1.5.	Le attrezzature ausiliarie	pag. 6
1.6.	Grandezze controllabili	pag. 6
1.7.	Taratura degli apparecchi	pag. 6
<b>2.</b>	<b>I TERMOREGOLATORI</b>	<b>pag. 7</b>
2.1.	Comandi dei termoregolatori	pag. 7
Fig. 1	Termoregolatore elettronico digitale	pag. 7
2.2.	Regolazione isteresi	pag. 9
2.3.	Taratura di un termoregolatore	pag. 9
<b>3.</b>	<b>GLI AMPERORAMETRI</b>	<b>pag. 10</b>
Fig. 2	Ampèrorometro digitale con totalizzatore	pag. 10
3.1.	Per interrompere la deposizione	pag. 11
Fig. 3	Schema di collegamento di due raddrizzatori a un amperometro	pag. 11
Fig. 4 -	Tabella per raddrizzatori con shunt diverso da 60 mV.	pag. 12
3.2.	Dosatore in bagni di nichel, rame, zinco	pag. 13
3.3.	Dosatore in bagni di metalli preziosi	pag. 13
Fig. 5	Schema di montaggio degli apparecchi con pompa dosatrice	pag. 13
3.3.1.	Riempimento del fustino	pag. 14
3.3.2.	Impostazione del programmatore	pag. 14
3.3.3.	Uso del totalizzatore	pag. 14
3.3.4.	Taratura del programma impostato	pag. 14
3.3.5.	Analisi del bagno	pag. 15
3.3.6.	Il contenuto è diminuito	pag. 15
3.3.7.	Il contenuto è aumentato	pag. 15
3.4.	Taratura di un Ampèrorometro	pag. 16
Fig. 6	Pompa dosatrice per additivi	pag. 16
<b>4.</b>	<b>I pH-METRI</b>	<b>pag. 20</b>
4.1.	Taratura di un pH-metro	pag. 20
Fig. 7	Misuratore elettronico digitale di pH	pag. 20
<b>5.</b>	<b>I MISURATORI DI REDOX</b>	<b>pag. 23</b>
<b>6.</b>	<b>I MISURATORI DI CONDUCIBILITA'</b>	<b>pag. 23</b>
<b>7.</b>	<b>LA PROTEZIONE DELLA VASCA</b>	<b>pag. 24</b>
Fig. 8	Schema di un impianto di protezione anodica della vasca	pag. 24
<b>8.</b>	<b>Programmare la taratura</b>	<b>pag. 25</b>
8.1.	Con NotCron potete:	pag. 25
<b>9.</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>pag. 27</b>

# 1. INTRODUZIONE

Si sente molto spesso dire: “I trattamenti galvanici sono in estinzione...” ma questa è un’affermazione assolutamente errata, anzi, più avanza la tecnologia, più importanza hanno i trattamenti superficiali.

Certo alcuni trattamenti, tipo la cromatura dei paraurti delle auto, sono scomparsi, ma numerosi sono i nuovi mercati, sia tecnici che decorativi: per esempio, nessuno avrebbe pensato, dieci anni fa, che si potessero consumare, in una sola linea galvanica dedicata alla doratura di bottoni di plastica, più di 20 Kg di oro al mese.

Molte sono le “isole felici” dove si può lavorare bene, con un buon margine: per fare un altro esempio sembra che tutte le guide dei vetri delle vetture Honda saranno trattate con un rivestimento di nichel - PTFE electroless.

Altri nuovi settori stanno aprendosi in questo momento, nel tentativo di eliminare componenti dannosi alla salute dell’uomo, come il nichel e il cad-

mio: sicuramente i primi che riusciranno ad essere produttivi, avranno un notevole sviluppo.

Rimangono poi i mercati di alta diffusione e alti quantitativi, come la zincatura e la cromatura, nei quali è più difficile sopravvivere se non ci si adegua rapidamente ai requisiti qualitativi richiesti e se non ci si riunisce in Associazioni in modo da evitare un dannoso, quanto inutile, ribasso dei prezzi.

Sarà poi sempre più indispensabile adeguarsi alle norme ecologiche, attualmente in evoluzione e non sempre corrette; anche in questo caso delle Associazioni potenti potrebbero aiutare i galvanici e portare la loro voce alle autorità politiche, come avviene già in ogni altra categoria.

È inoltre indispensabile migliorare la formazione degli operatori con corsi di aggiornamento periodici, congressi e pubblicazioni. Questo dovrebbe essere il compito principale di una buona Associazione.

## 1.1. La qualità

Com’è noto ci sono due sistemi per ottenere un qualsiasi prodotto con la massima qualità possibile:

- \* controllare che ogni singolo pezzo prodotto risponda ai requisiti qualitativi richiesti e scartare quindi i pezzi non conformi,
- \* controllare opportunamente il ciclo produttivo in modo che tutti i pezzi prodotti rispondano ai requisiti qualitativi richiesti.

Dopo numerosi anni di applicazione del primo si-

stema, si sta ora cercando di passare al secondo che, tra l’altro, dovrebbe risultare notevolmente più economico, nella misura in cui si riesce ad acquistare la sicurezza necessaria per abolire il primo sistema.

Il ciclo produttivo non comprende solo il processo di fabbricazione, ma anche tutti i cosiddetti “servizi” che contribuiscono alla produzione del pezzo: gestione dei semilavorati in entrata, suddivisione in lotti, gestione dei lotti in uscita, gestione del magazzino, gestione dell’archivio ...

## 1.2. Il processo galvanico

Contribuiscono alla definizione del processo galvanico e quindi in maniera determinante alla bontà del risultato finale le seguenti voci:

- \* sequenza del ciclo operativo e relativi tempi
- \* impianti di produzione, cioè la linea (automatica o manuale che sia)
- \* attrezzature ausiliarie: ultrasuoni, raddrizzatori, pompe, dosatori...
- \* prodotti chimici utilizzati
- \* impianti di trattamento acque
- \* impianti di smaltimento rifiuti

Risulta molto difficile controllare un processo



quando è stata mal definita la sequenza operativa (il cosiddetto ciclo), o quando non si possono avere

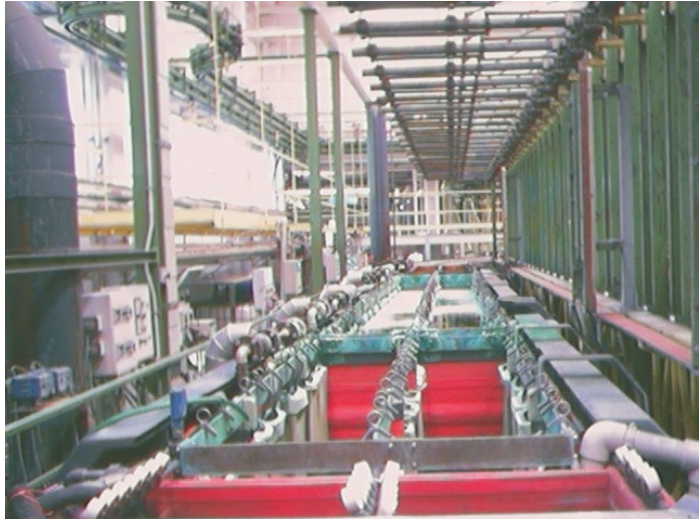
dei risciacqui efficienti per inadeguatezza degli impianti di trattamento acque.

### 1.3. Il ciclo operativo

Un corretto ciclo operativo rappresenta sempre una scelta tanto importante quanto difficile e non è mai troppo il tempo dedicato alla sua definizione prima della costruzione dell'impianto galvanico. Troppo spesso si sente dire: "...se ci avessi pensato prima avrei messo una vasca in più per ..."

Purtroppo, in sede di definizione di un ciclo per un nuovo impianto, non sempre sono coinvolti contemporaneamente tutti i diversi responsabili del buon funzionamento dell'impianto. E' inutile trattare separatamente col fornitore dei prodotti, con quello dell'impianto e quello della depurazione: le decisioni e le responsabilità devono essere prese collegialmente da tutti .

Dare dei suggerimenti dettagliati per i diversi cicli esula da questo lavoro, ma ci limiteremo a dare dei suggerimenti generici, validi per tutti i cicli di deposizione.



#### 1.3.1. Preparazione

Non trascurare la fase di preparazione iniziale: è quasi sempre consigliabile avere una vasca di pre-ammollo, eventualmente a più posizioni, per permettere una permanenza minima dei pezzi di 5 - 6 minuti a 60 - 80 °C.

Devono poi seguire una o più posizioni, a secondo dell'inquinamento dei pezzi, di lavaggio con ultrasuoni, sempre a una temperatura di 60 - 80 °C. Si può poi passare alle sgrassature elettrolitiche,

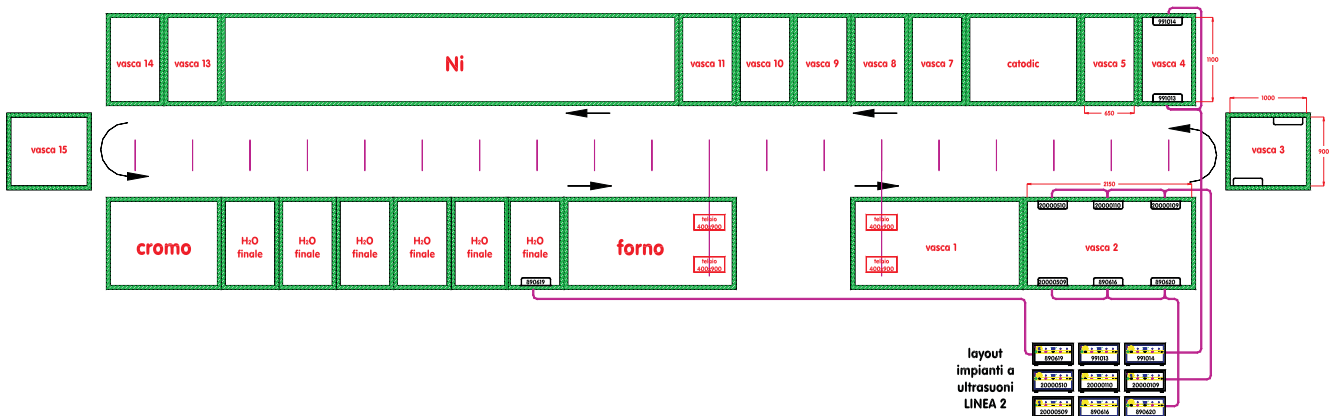
in molti casi senza alcun risciacquo intermedio. Un buon lavaggio ad ultrasuoni dà sempre un notevole margine al trattamento, senza doversi eccessivamente preoccupare delle condizioni di inquinamento dei pezzi.

Se si devono trattare metalli base diversi prevedere cicli indipendenti per i diversi metalli in modo da poter ottimizzare le soluzioni detergenti

#### 1.3.2. Risciacqui intermedi

Dimensionare opportunamente il numero di risciacqui intermedi, spesso responsabili di indesiderate passivazioni. Tenere anche conto del tipo di trascinamento per definire la qualità dell'acqua da utilizzare: per esempio un risciacquo tra nichel e cromo sarà sempre carico dei tensioattivi che

compongono i cosiddetti "brillantanti" e non sarà quindi possibile riciclarlo con uno scambio ionico, anche se preceduto da un filtro a carboni che per loro natura non sono rigenerabili ma, dopo aver assorbito una certa quantità di tensioattivi devono essere smaltiti



### 1.3.3. Risciacqui finali

Curare particolarmente i risciacqui finali prima dell'asciugatura. Un sufficiente numero di vasche di risciacquo in contro corrente, eventualmente con ultrasuoni, permette spesso di eliminare noiose macchiature dovute al trascinamento dei bagni. Un buon impianto di demineralizzazione sulle acque finali diminuisce i fastidiosi depositi di calcare.

### 1.3.4. Asciugatura finale

Dimensionare opportunamente l'asciugatura finale, tenendo presente che occorre rimuovere ogni goccia d'acqua prima di procedere al riscaldamento dei pezzi.

Il riscaldamento produce infatti la rapida evaporazione della goccia d'acqua che lascerà inevitabilmente una macchia, per quanto sia pulito l'ultimo risciacquo.

Se invece le gocce d'acqua vengono rimosse con



aria fredda, il forno dovrà solo asciugare il velo uniforme di umidità rimasta sul pezzo.

## 1.4. L'impianto galvanico

Anche su questo argomento è difficile dare delle norme generiche, ma alcune considerazioni sono dettate dall'esperienza.

E' inutile, anzi dannoso, cercare un impianto spaziale con multiprogrammazione, riconoscimento visivo, diagnosi via modem e altri giocattoli,

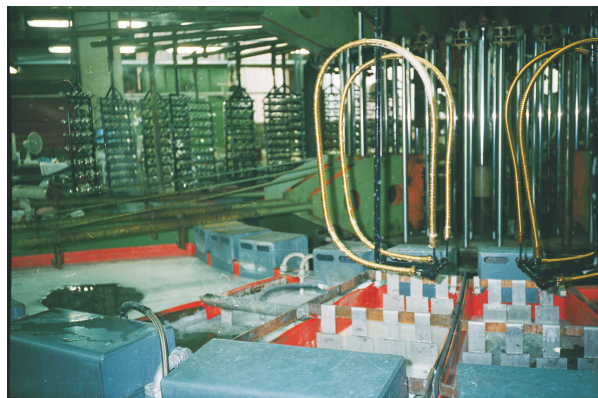
quando serve un impianto che farà sempre la stessa finitura, sempre sulla stessa tipologia di pezzi.

Porre invece più attenzione nella scelta dei controlli e nella affidabilità dell'impianto. Ricordarsi che più un sistema è complicato, meno è affidabile. Esistono due tipologie di impianti automatici

### 1.4.1. Impianti a passo

Tutti i telai vengono estratti insieme dalle varie vasche e avanzano di una posizione prima di essere immersi nella vasca successiva. Quando il tempo di permanenza in vasca deve superare il tempo di ciclo si fanno delle vasche multiple da cui il telaio non esce, ma avanza di una posizione.

Questo tipo di impianto non è, evidentemente, molto flessibile, ma assicura una notevole produzione in rapporto al costo e all'area occupata, è consigliabile per chi ha un solo materiale da trattare con un unico ciclo di finitura; in queste ipotesi la qualità finale del prodotto è garantita.



### 1.4.2. Impianti programmabili

Detti anche a carro ponte: uno o più carri ponte estraggono e trasferiscono i telai nelle diverse vasche, in base a un programma definito dall'utente. Palesemente la flessibilità è massima: ciascun telaio può seguire il ciclo più idoneo, si possono saltare vasche, si possono stabilire tempi di sgocciamento diversi per ogni vasca.

Tale tipo di impianto è raccomandato per chi ha diversi materiali da trattare, magari con diverse finiture

Su tale tipo di impianto sono assolutamente da evitare le vasche di deposizione multiple: ogni barra deve avere la sua vasca, il suo raddrizzatore, i suoi strumenti di controllo, la sua pompa filtro.

## 1.5. Le attrezzature ausiliarie

La qualità di questi apparecchi ha spesso una notevole influenza sul risultato finale, anche se in genere si pensa che tutti i raddrizzatori o tutte le pompe o tutti i dosatori siano uguali.

Un impianto a ultrasuoni perfettamente funzionante garantisce una buona preparazione ed evita molti problemi difficilmente identificabili. Un alimentatore a impulsi, per esempio, permette, in alcuni depositi, una uniformità di spessore e di colore non ottenibile con altri sistemi.



## 1.6. Grandezze controllabili

Le grandezze misurabili e quindi controllabili in una linea galvanica sono le seguenti:

- \* livello del liquido nelle vasche
- \* temperatura
- \* pH
- \* potenziale di ossidoriduzione (redox)
- \* conducibilità (Siemens) e il suo inverso la resistività (Ohm)
- \* tensione (Volt)
- \* corrente (Ampère)
- \* passaggio di corrente (Ampèreora)

## 1.7. 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.



## 2. I TERMOREGOLATORI

Pur essendo i più semplici ed economici apparecchi di controllo non godono della meritata diffusione. Essi misurano e controllano la temperatura della vasca di processo, parametro che deve essere mantenuto costante se si vogliono ottenere dei buoni risultati.

Occorre termostatare non solo le vasche di deposizione, ma anche tutte le vasche contenenti pro-

dotti chimici, come per esempio le sgrassature chimiche, a ultrasuoni ed elettrolitiche ed inoltre alcuni risciacqui che possono essere critici.

Ci sono diversi tipi di termoregolatori, ma gli unici affidabili sono quelli elettronici digitali con termoresistenza Pt100. Descriviamo i comandi e la terminologia relativa a questo tipo di apparecchi.

### 2.1. Comandi dei termoregolatori

#### Display temperatura

Indica in °C la temperatura rilevata dalla sonda. Pigiando l'interruttore |3| indica la temperatura di set point, cioè la temperatura programmata con la manopola |4|.

#### Visualizzazione del set point

Pigiando questo interruttore si visualizza sul display la temperatura del set point, temperatura che si può variare con la manopola |4|.

Rilasciando l'interruttore sul display resta visualizzata la temperatura attuale del bagno.

#### Regolazione del set point

Pigiare il tasto |3| e osservare sul display la temperatura impostata. Per aumentarla ruotare la manopola |4| in senso orario, per diminuirla in senso antiorario.

#### Spia riscaldamento in funzione

Indica che la temperatura del bagno è scesa sotto il valore di set point e quindi che il termoregolatore ha acceso le resistenze di riscaldamento.

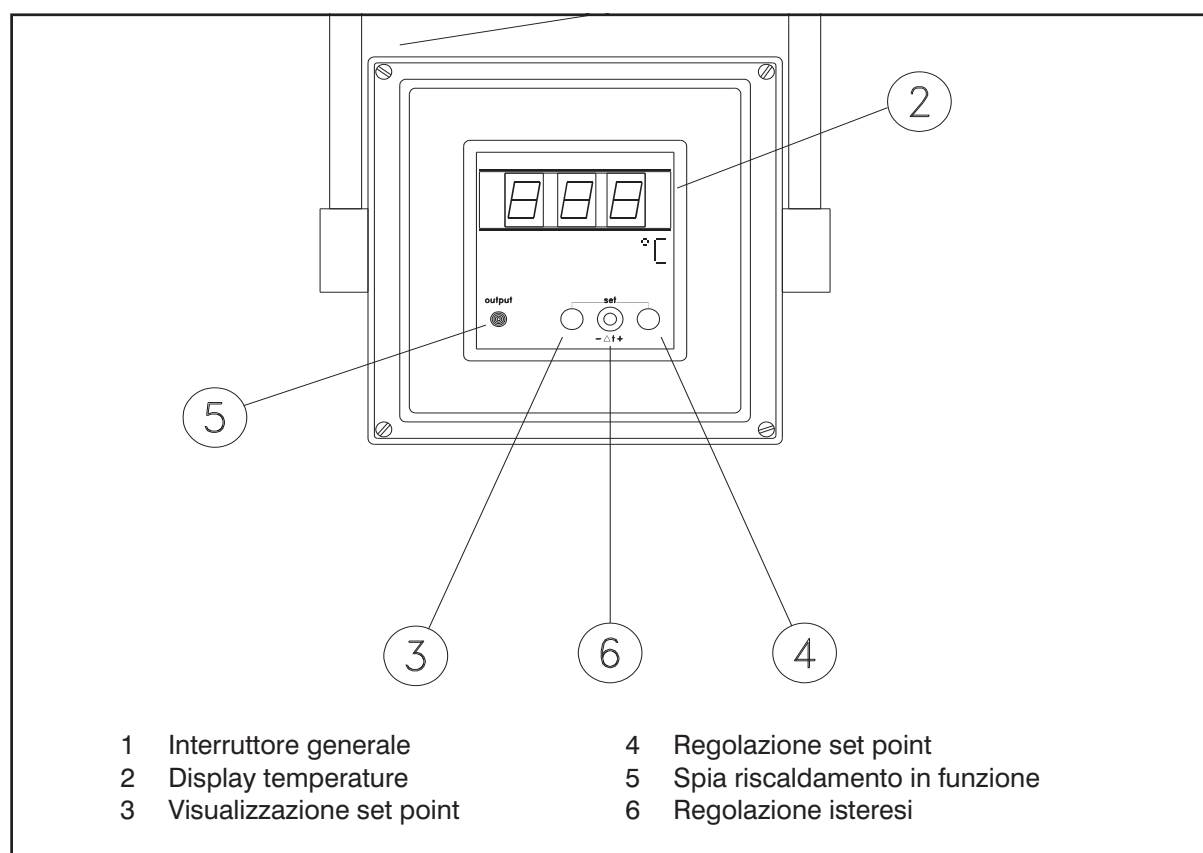


Fig. 1 Termoregolatore elettronico digitale



APPARECCHIO	TERMOREGOLATORE				LINEA	
MODELLO	STC01002				VASCA	
COSTRUTTORE	EFG KRÜGER				MATRICOLA	
INDIRIZZO	VIA ALGHERO 12 - MILANO ITALY				ANNO COSTRUZ.	
TEL. / FAX	**39 02 27000951 / 27000991				FREQUENZA DI TARATURA	MENSILE
DATA	TEMPERATURA 0 °C		ACQUA IN EBOLLIZIONE		OPERATORE	NOTE
	VALORE MIS.	VALORE IMPOST.	VALORE MIS.	VALORE IMPOST.		

**SCHEDA DI TARATURA TERMOREGOLATORE  
STRUMENTI DI CONTROLLO QUALITÀ ANNO .....**



## 2.2. Regolazione isteresi

Il termoregolatore accende il riscaldamento quando la temperatura scende sotto la temperatura impostata; chiamiamo questa temperatura  $T_1$ . Quan-

do la temperatura del liquido sale oltre la temperatura impostata il termoregolatore spegne il riscaldamento; chiamiamo questa temperatura  $T_2$ .

### Si chiama isteresi del sistema l'intervallo $T_2 - T_1$

Una isteresi troppo bassa, cioè tendente a zero, provoca una oscillazione del sistema, perchè il termoregolatore continua ad accendere e spegnere il riscaldamento.

Una isteresi troppo alta diminuisce la precisione

del sistema.

Questa regolazione è normalmente già stata effettuata in sede di collaudo dell'apparecchio, da parte del fabbricante

## 2.3. Taratura di un termoregolatore

- Estrarre la sonda dalla vasca e ripulirla accuratamente
- Riempire un bicchiere con dei cubetti di ghiaccio, prodotti con acqua distillata, e lasciare che si scioglia il ghiaccio fino a che il liquido raggiunga un'altezza di 10 centimetri
- Riempire un bicchiere con dell'acqua distillata e metterlo su un fornello finchè raggiunge l'ebollizione
- Immergere la sonda nel primo bicchiere e aspettare alcuni minuti finchè la temperatura indicata dal display si è stabilizzata: è necessario aspettare alcuni minuti prima che la sonda arrivi in temperatura a causa dell'inerzia termica del materiale del rivestimento.
- Regolare il trimmer di zero fino a leggere sul display 0.00 °C
- Immergere la sonda nel psecondo bicchiere e aspettare alcuni minuti finchè la temperatura indicata dal display si è stabilizzata: è necessario aspettare alcuni minuti prima che la sonda arrivi in temperatura a causa dell'inerzia termica del materiale del rivestimento.
- Regolare il trimmer del guadagno finchè si abbia sul display la lettura della temperatura di ebollizione dell'acqua.
- Ripetere le due tarature fino ad avere esatte ambedue le letture.

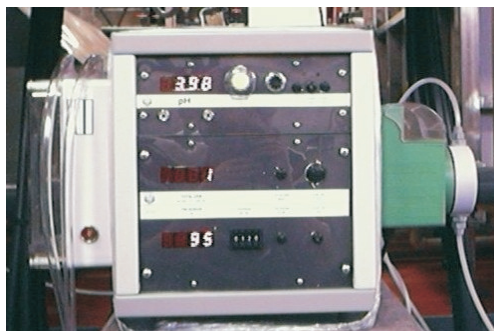
### !! ATTENZIONE !!

la temperatura di ebollizione dell'acqua varia con l'altezza sul livello del mare in base alla formula

$$100 - 0.00333 \times m \text{ } ^\circ\text{C}$$

dove m è l'altezza sul livello del mare misurata in metri.

A 500 m l'acqua bolle a 98.3 °C



### 3. GLI AMPERORAMETRI

Questi apparecchi (Fig. 2) dal costo contenuto sono molto affidabili, anche se non hanno ancora la diffusione che si meritano: sembra incredibile ma alcuni vogliono la multiprogrammazione dell'impianto con riconoscimento automatico

delle barre o la diagnosi via modem di non si sa bene cosa e poi preferiscono aggiungere mane e sera qualche boccale di brillantante al bagno, prima di scolarsi quelli di birra. Questi apparecchi 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)

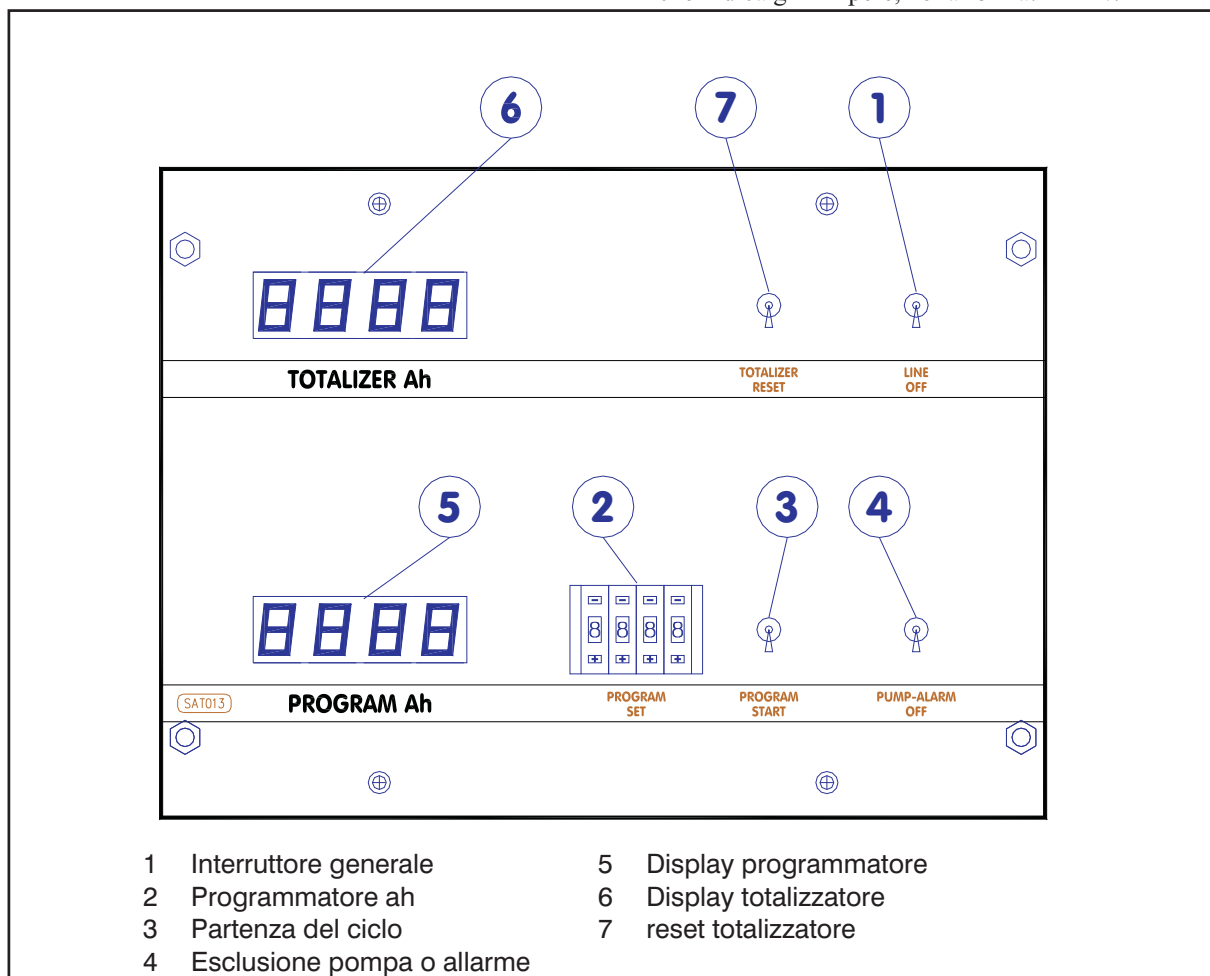
Questi dati sono indispensabili per la gestione e il controllo di tutte le vasche in cui si svolge un processo di elettrodeposizione.

L'installazione di questi apparecchi è molto semplice, basta collegarli allo shunt del raddrizzatore,

(Fig. 3), 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.

Ciò vale per i raddrizzatori che hanno uno shunt da 60 mV, cioè per la maggior parte dei nuovi raddrizzatori. Alcuni raddrizzatori, specialmente di vecchia data, hanno lo shunt con una diversa tensione di uscita. In genere la tensione di shunt è scritta sullo shunt e sul quadrante dello strumento che indica gli Ampère, nella forma: xx mV.



**Fig. 2** Ampèrorometro digitale con totalizzatore

Consultare quindi la tabella della Fig. 4 per impostare il valore corretto, per esempio con uno shunt da 25 mV su un raddrizzatore da 3000 A impostare 72.

Nel caso si debba installare un Ampèrorometro con pompa dosatrice, rispettare i livelli indicati nella Fig. 5, per permettere alla pompa dosatrice di lavorare nelle migliori condizioni.

Gli Ampèrorometri e gli Ampèrminutometri 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



### 3.1. 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 [2] il numero di Ampèrminuti desiderati, introdurre i pezzi nella vasca e pigiare l'interruttore [3] "PROGRAM START"

L'apparecchio imposterà sul display [5] il numero di Ampèrminuti programmato e darà al raddrizzatore il segnale di accensione.

Si vedrà successivamente, al passare della corrente nel bagno, il display [5] 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 [3] "PROGRAM START", si sarà così sicuri di ottenere lo stesso deposito che si era avuto precedentemente.

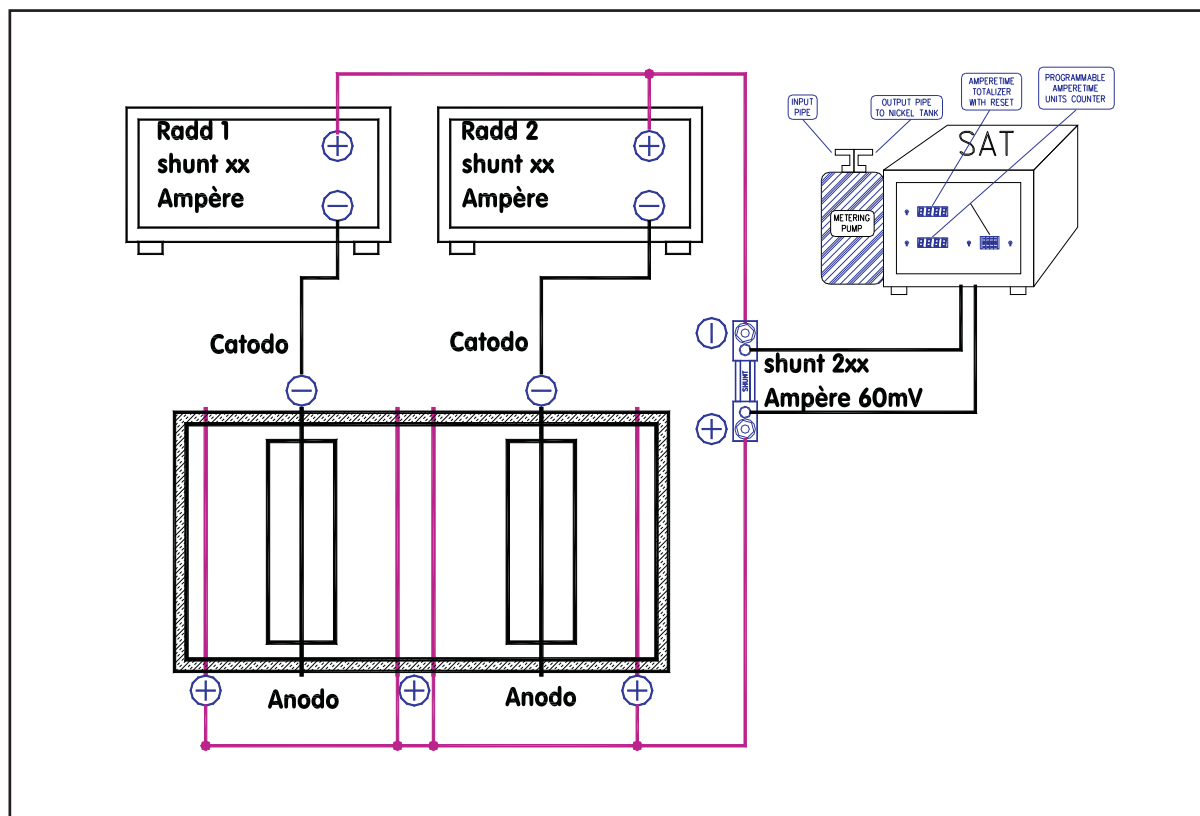


Fig. 3 Schema di collegamento di due raddrizzatori a un amperometro

AMPER E FONDO SCALA	VALORE SHUNT 60 mV	VALORE SHUNT 55 mV	VALORE SHUNT 50 mV	VALORE SHUNT 45 mV	VALORE SHUNT 40 mV	VALORE SHUNT 35 mV	VALORE SHUNT 30 mV	VALORE SHUNT 25 mV	VALORE SHUNT 20 mV	VALORE SHUNT 15 mV	VALORE SHUNT 10 mV
100	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
100	1	1	1	1	2	2	2	2	3	4	6
200	2	2	2	3	3	3	4	5	6	8	12
300	3	3	4	4	5	5	6	7	9	12	18
400	4	4	5	5	6	7	8	10	12	16	24
500	5	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30
600	6	7	7	8	9	10	12	14	18	24	36
700	7	8	8	9	11	12	14	17	21	28	42
800	8	9	10	11	12	14	16	19	24	32	48
900	9	10	11	12	14	15	18	22	27	36	54
1000	10	11	12	13	15	17	20	24	30	40	60
1200	12	13	14	16	18	21	24	29	36	48	72
1500	15	16	18	20	23	26	30	36	45	60	90
2000	20	22	24	27	30	34	40	48	60	80	-
2500	25	27	30	33	38	43	50	60	75	99	-
3000	30	33	36	40	45	51	60	72	90	-	-
3500	35	38	42	47	53	60	70	84	99	-	-
4000	40	44	48	53	60	69	80	96	-	-	-
4500	45	49	54	60	68	77	90	99	-	-	-
5000	50	55	60	67	75	86	99	-	-	-	-
5500	55	60	66	73	83	94	-	-	-	-	-
6000	60	65	72	80	90	99	-	-	-	-	-
6500	65	71	78	87	98	-	-	-	-	-	-
7000	70	76	84	93	99	-	-	-	-	-	-
7500	75	82	90	99	-	-	-	-	-	-	-
8000	80	87	96	99	-	-	-	-	-	-	-
8500	85	93	99	-	-	-	-	-	-	-	-
9000	90	98	99	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 4 - Tabella per raddrizzatori con shunt diverso da 60 mV.

### 3.2. Dosatore in bagni di nichel, rame, zinco

Normalmente i produttori di additivi per bagni galvanici prescrivono di aggiungere un certo quantitativo di prodotto ogni 10.000 Ampèrora: ammettiamo per esempio 4 litri, ovvero 4000 cc.

Amnesso di aver tarato la pompa per dosare 50 cc, come è tarata in fabbrica, basterà dividere la quantità totale di prodotto da aggiungere per la quantità di prodotto dosato dalla pompa dosatrice:

$$4000 \text{ cc} : 50 \text{ cc} = 80 \text{ pompate}$$

e si otterrà il numero totale di pompate da effettuare ogni 10.000 Ampèrora. Dividendo ora 10.000 Ampèrora per il numero di pompate da effettuare:

$$10000 : 80 = 125 \text{ Ampèrora}$$

Si otterrà il numero di Ampèrora tra due dosate successive. Questo numero è da impostare sul programmatore |2| delle figura 2.

Fare poi eseguire un'analisi dal fornitore del bagno per assicurarsi dell'esatto dosaggio e, in caso

di dosaggio scarso, **diminuire** il numero impostato, per esempio da 125 a 120. In caso di dosaggio eccessivo **aumentare** invece il numero impostato, per esempio da 125 a 130.

### 3.3. Dosatore in bagni di metalli preziosi

Spesso l'apparecchio è usato per reintegrare il consumo di metallo e di additivi in un bagno di doratura, e in tal caso è, in genere, tarato in Ampèr-

minuti. In questo caso procedere come sotto descritto.

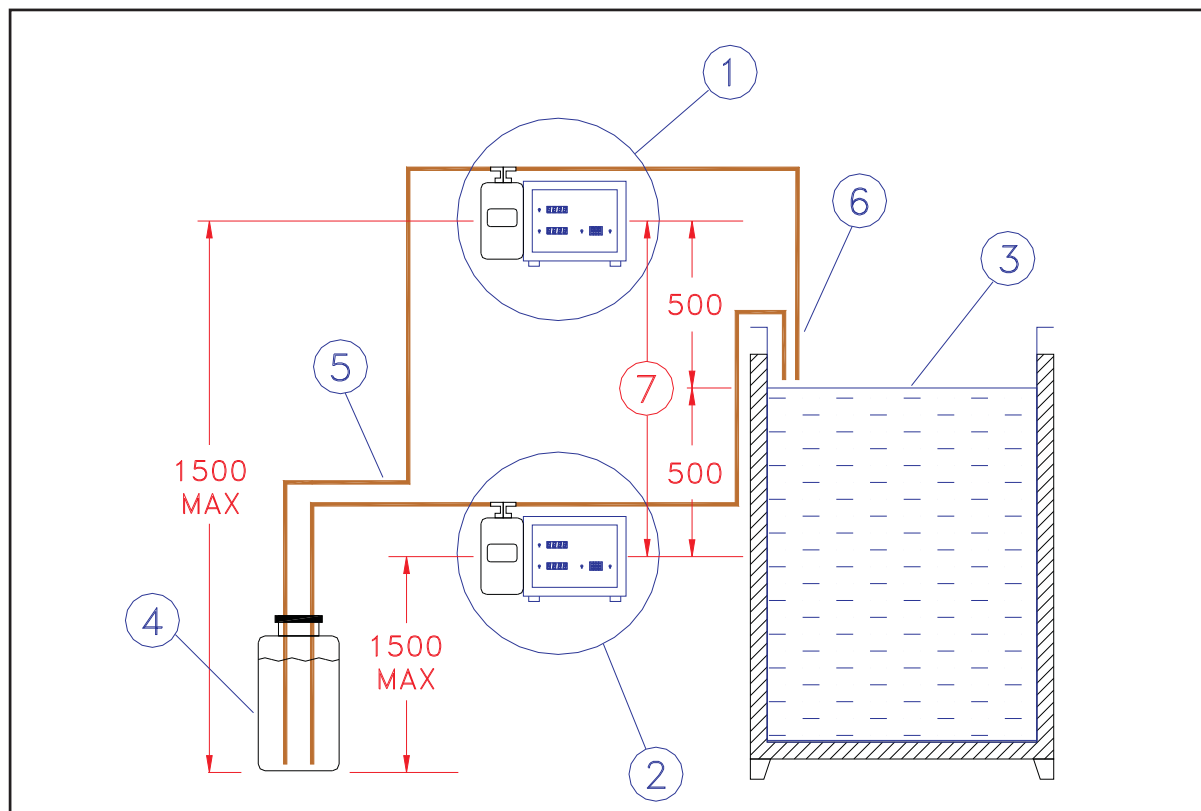


Fig. 5 Schema di montaggio degli apparecchi con pompa dosatrice

### 3.3.1. 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:

$$\begin{aligned} 5.000 \text{ cc} : 50 \text{ cc} &= 100 \text{ pompate} \\ 100 \text{ g} : 100 \text{ pompate} &= 1 \text{ g per pompata} \\ 1 \text{ g} &= 1000 \text{ mg sali Au} = 680 \text{ mg Au metallo} \end{aligned}$$

### 3.3.2. 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 [2] della fig. 2 il valore 34: il programmatore azionerà la pom-

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

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

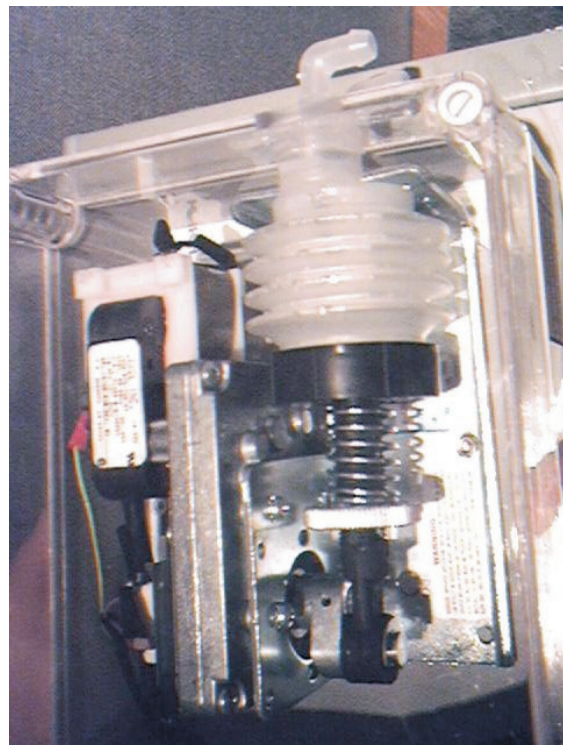
### 3.3.3. Uso del totalizzatore

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.

### 3.3.4. 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 procedere ad una taratura del sistema nel modo sotto descritto.



### 3.3.5. Analisi del bagno

Eseguire 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

### 3.3.6. 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

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

quindi in base alla formula (1) il nuovo valore da impostare sul programmatore [2] della figura 2

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

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.

### 3.3.7. Il contenuto è aumentato

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

tenuito 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

$$680 \text{ mg (contenuto di una pompata)} : 12,2 = 57 \text{ Ampèreminuti}$$

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.

### 3.4. 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

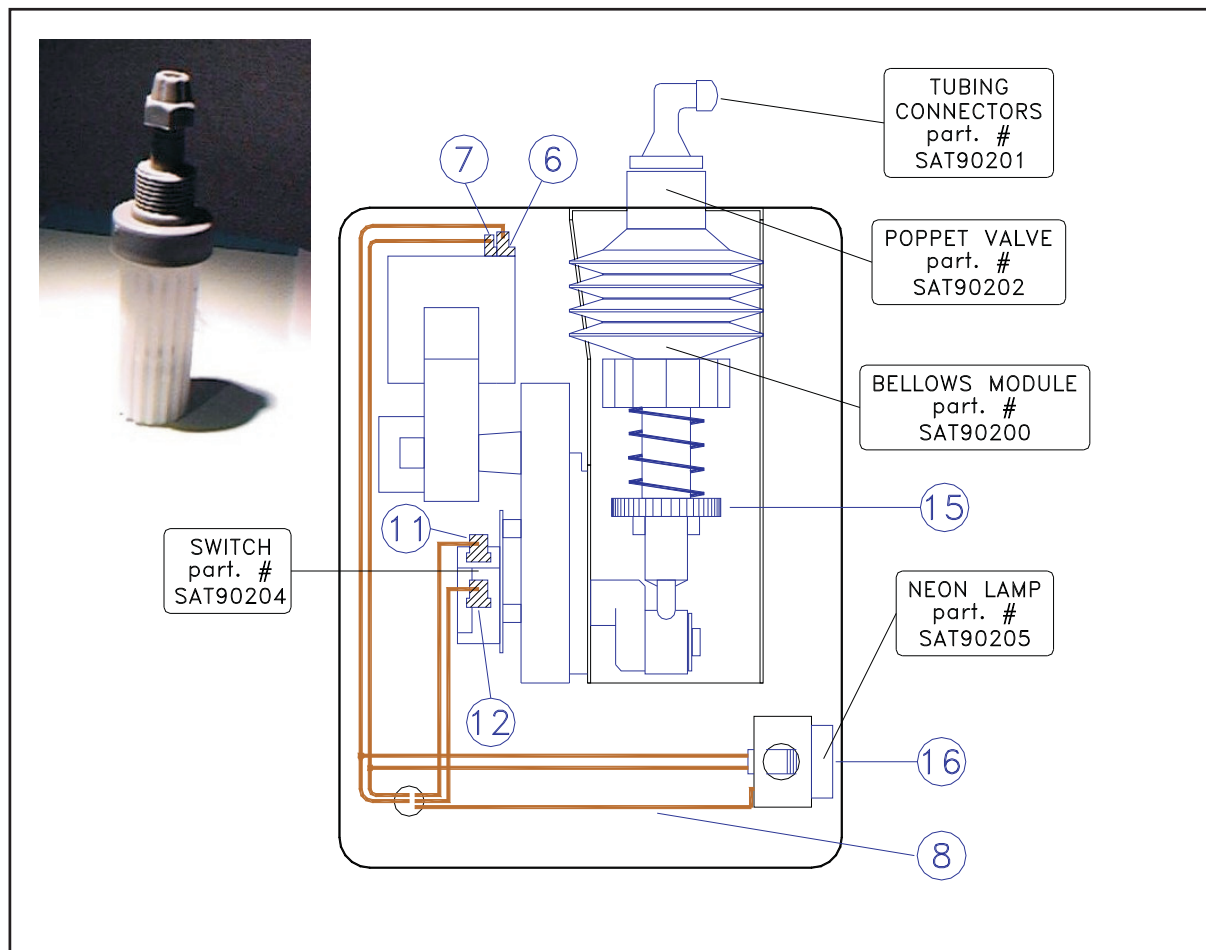


Fig. 6 Pompa dosatrice per additivi





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**

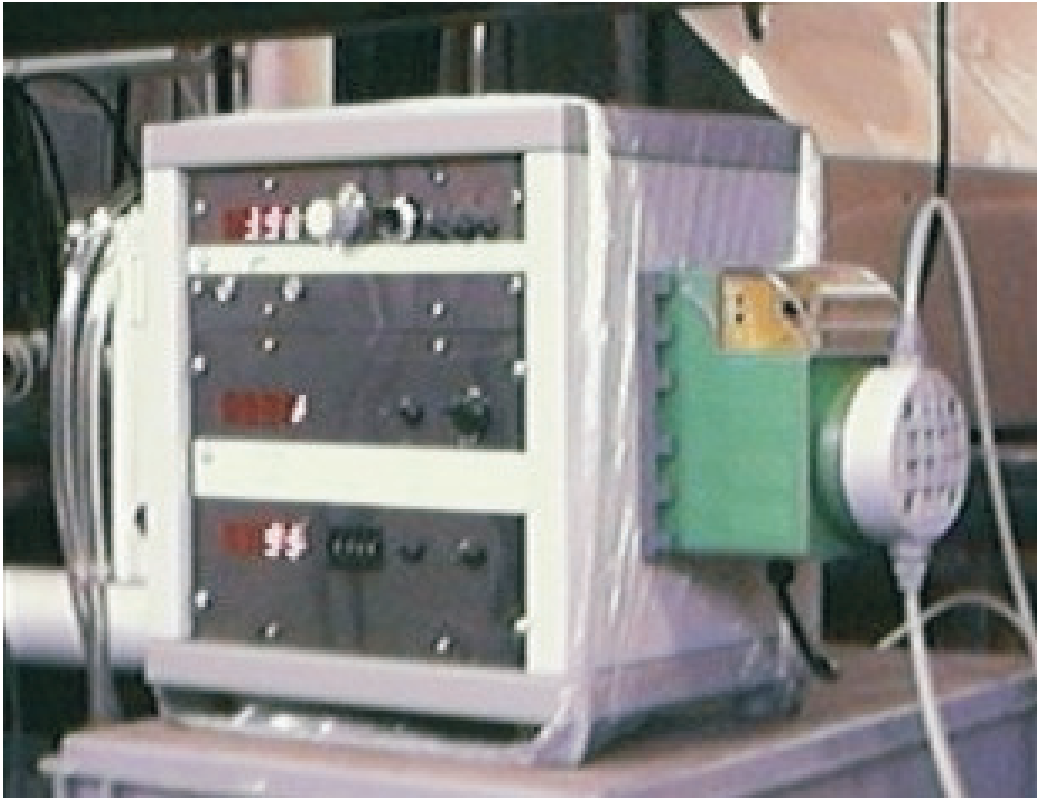


massima di targa del raddrizzatore e  $V_0$  i mV  
medi letti sul millivoltmetro.

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

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

$$\#Ah = I * t / 3600$$



- \* Se #Ah è inferiore al valore teorico agire sul regolatore dello shunt impostando un valore di shunt maggiore del valore precedente, se #Ah è superiore impostare un valore inferiore di shunt
- \* Verificare il dosaggio della pompa dosatrice con un cilindro graduato e, se necessario, regolare la portata agendo sulla ghiera zigrinata che limita la corsa del soffietto. (15).



## 4. I pH-METRI

Il pH indica il grado di acidità di una soluzione e può variare da 0 a 14.00 pH. Una soluzione con pH 7.00 si dice neutra, una soluzione con pH compreso tra 0 e 7.00 acida e se ha il pH compreso tra 7.00 e 14.00 si chiama basica.

Quasi tutti i bagni galvanici variano i parametri di deposizione al variare del pH ed è quindi particolarmente importante mantenere costante questa

grandezza se si vogliono avere risultati di buona qualità e costanti nel tempo.

I pHmetri oggi sono tutti elettronici e hanno un display digitale che permette di leggere i decimi o meglio ancora i centesimi di pH. Spesso hanno delle soglie, cioè permettono di programmare dei valori di pH, superato i quali vengono azionati degli allarmi o delle pompe dosatrici.

### 4.1. Taratura di un pH-metro

I pHmetri sono ormai degli apparecchi molto affidabili, specialmente quelli digitali, ma non altrettanto si può dire degli elettrodi di misura, comunemente chiamati sonde, che vivono a contatto di liquidi spesso aggressivi e caldi.

Gli elettrodi devono essere di buona qualità ed è indispensabile controllati periodicamente con le soluzioni tampone. In ogni caso hanno una vita limitata a sei mesi - un anno, a secondo della temperatura di impiego.

Controllare frequentemente i cavi e le spine di giunzione tra apparecchio ed elettrodo, pulirli accuratamente e proteggerli dall'umidità.

Quando l'elettrodo non viene usato per un certo periodo di tempo, pulirlo accuratamente e mante-

nerlo immerso in una soluzione KCl a temperatura ambiente.

Procedere con cadenza settimanale, o più frequentemente se l'elettrodo viene usato in condizioni limite, alla taratura nel modo illustrato nella scheda tecnica di taratura

Spesso i pHmetri vengono utilizzati per azionare delle pompe dosatrici che aggiungono soluzioni correttive del pH. In questi casi conviene che la soluzione venga immessa nelle immediate vicinanze dell'elettrodo, in modo da essere subito avvertita dal pHmetro che smetterà immediatamente di dosare fino a quando l'aggiunta non si sarà mescolata col restante liquido della vasca. Si eviterà così il pericolo di un sovra dosaggio.

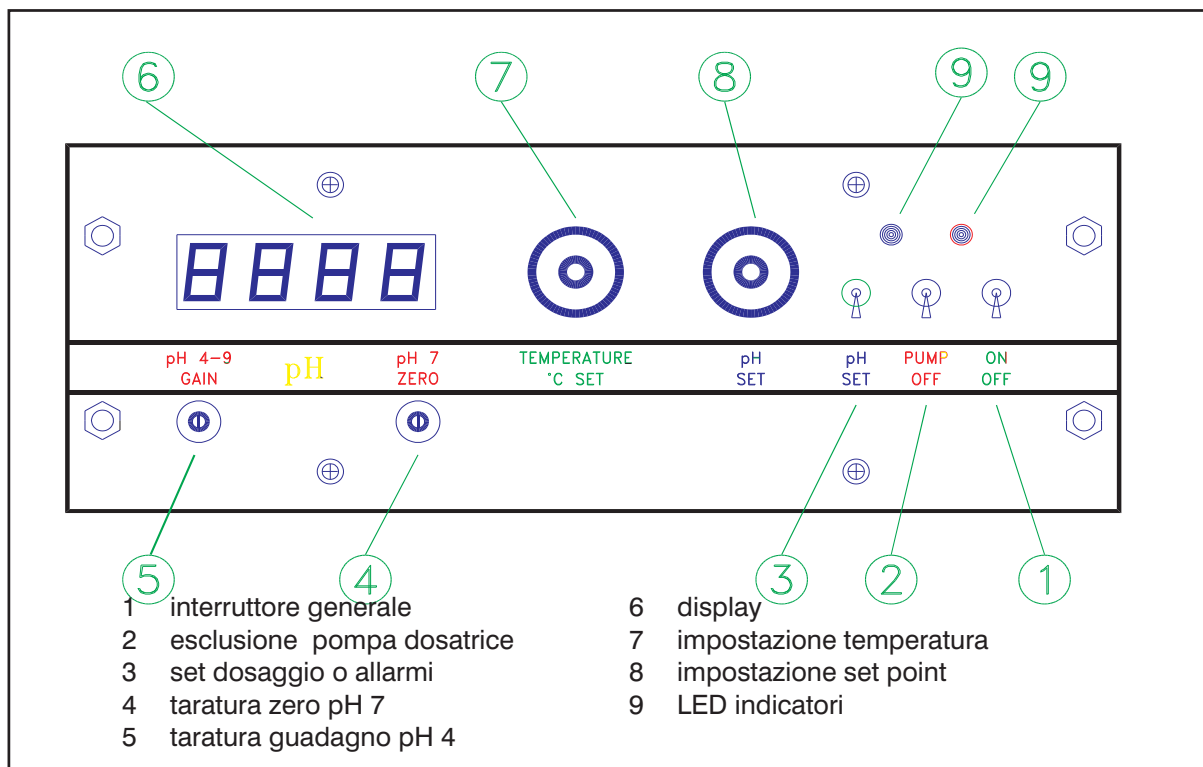


Fig. 7 Misuratore elettronico digitale di pH

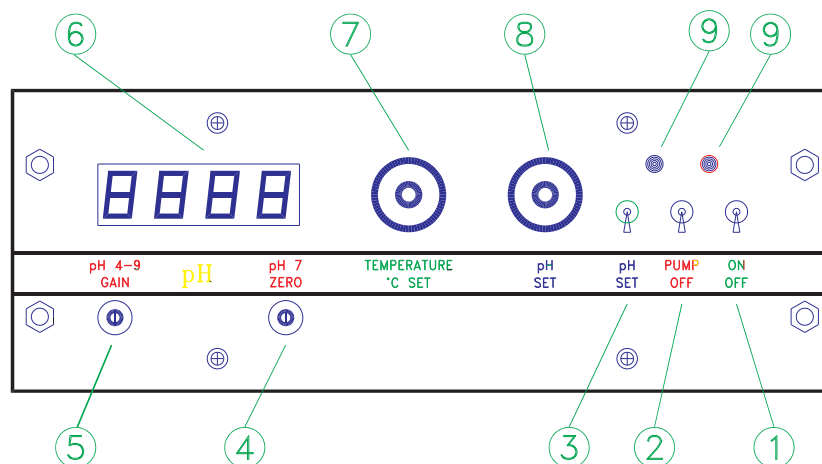


<b>APPARECCHIO</b>	pH-metro				<b>LINEA</b>	
<b>MODELLO</b>	SPH04002				<b>VASCA</b>	
<b>COSTRUTTORE</b>	EFG KRÜGER				<b>MATRICOLA</b>	
<b>INDIRIZZO</b>	VIA ALGHERO 12 - MILANO ITALY				<b>ANNO COSTRUZ.</b>	
<b>TEL. / FAX</b>	**39 02 27000951 / 27000991				<b>FREQUENZA DI TARATURA</b>	settimanale
<b>DATA</b>	<b>pH 7 zero</b>		<b>pH 4 gain</b>		<b>OPERATORE</b>	<b>NOTE</b>
	<b>VALORE MIS.</b>	<b>VALORE IMPOST.</b>	<b>VALORE MIS.</b>	<b>VALORE IMPOST.</b>		

**SCHEDA DI TARATURA pHmetro**  
**STRUMENTI DI CONTROLLO QUALITÀ ANNO .....**

## TARATURA DI UN pH-METRO

- preparare due bicchieri con dentro 10 cc di soluzione tampone a pH 4 e a pH 7
- preparare un becker da un litro pieno di acqua pulita
- portare il regolatore di temperatura del pHmetro alla temperatura ambiente
- immergere l'elettrodo nel becker per un certo tempo in modo da portarlo alla temperatura ambiente
- asciugare l'elettrodo e porlo nel tampone a pH 7
- regolare il corrispondente potenziometro del pHmetro fino a leggere 7.00 sul display
- sciacquare l'elettrodo nel becker
- asciugare l'elettrodo e porlo nel tampone a pH 4
- regolare il corrispondente potenziometro sul pHmetro fino a leggere 4.00 sul display
- sciacquare l'elettrodo e ripetere il tampone a pH7 e a pH 4 fino a che non sono richieste più regolazioni
- gettare le soluzioni tampone utilizzate
- la vita delle soluzioni tampone è limitata sostituirle con cadenza annuale



- |   |                            |   |                          |
|---|----------------------------|---|--------------------------|
| 1 | interruttore generale      | 6 | display                  |
| 2 | esclusione pompa dosatrice | 7 | impostazione temperatura |
| 3 | set dosaggio o allarmi     | 8 | impostazione set point   |
| 4 | taratura zero pH 7         | 9 | LED indicatori           |
| 5 | taratura guadagno pH 4     |   |                          |

## 5. I MISURATORI DI REDOX

---

Il misuratore di redox, Rxmetro, indica quanto una soluzione sia ossidante o riducente. Questo apparecchio è molto simile a un misuratore di pH, tanto che alcuni pHmetri hanno anche la possibilità di misurare, ovviamente con un'apposita sonda, il fattore Rx.

Il campo di misura è normalmente compreso tra -2000 mV e +2000 mV, a valori negativi corrisponde una soluzione riducente, a valori positivi una ossidante.

La misura di questa grandezza è molto importante, oltre che negli impianti di depurazione, anche nei bagni catalitici, come nel caso del nichel chimico, che possono variare il loro potenziale durante il funzionamento.

Utilizzando questi apparecchi delle sonde simili a quelle per la misura del pH, richiedono le stesse cure e tarature di un misuratore di pH.

## 6. I MISURATORI DI CONDUCEBILITA'

---

In una soluzione gli ioni disciolti permettono il passaggio della corrente elettrica. Questi apparecchi misurano quanta corrente elettrica possa passare attraverso un liquido.

Ovviamente nell'acqua perfettamente distillata il passaggio di corrente è praticamente nullo e si avrà una conducibilità molto bassa.

$$\text{resistività} = 1/\text{conducibilità}$$

La resistività si misura in Ohm e normalmente si usa il multiplo MOhm.

La misura della conducibilità non serve solo per il controllo delle acque demineralizzate, ma in molti casi può dare delle utili indicazioni sulle condizioni di un bagno galvanico.

La conducibilità si misura in Siemens e normalmente viene usato il sottomultiplo micro Siemens.

Molto spesso però si prende in considerazione la grandezza inversa alla conducibilità, cioè la resistività di una soluzione. Esiste quindi la seguente relazione:

Anche per questi apparecchi gli elettrodi vanno frequentemente controllati, a meno che non si disponga di uno di quei nuovissimi apparecchi che utilizzano una sonda non a contatto col liquido.

## 7. LA PROTEZIONE DELLA VASCA

Negli anni 90, per la prima volta negli USA, è stato introdotto un sistema di protezione anodica della vasca di nichelatura, in modo da formare uno strato di passivazione, simile peraltro a quello creato dall'acido nitrico, sulla lamiera di acciaio inossidabile della vasca.

In pratica si crea, con un buon alimentatore elettronico, una differenza di potenziale tra la vasca e degli opportuni catodi, isolati dalla vasca. Si verrà così a creare un passaggio di corrente, opportunamente controllato, che tenderà a passivare la lamiera della vasca e a depositare una piccola quantità di nichel sui catodi; ma siccome la passivazione dipende dalla differenza di potenziale e non dalla quantità di corrente che passa, si potrà tenere quest'ultima a dei valori così bassi da consumare una quantità trascurabile di nichel. Studiando e posizionando opportunamente i catodi

di si potranno proteggere anche le tubazioni, gli scarichi e lo scambiatore di calore dell'impianto.

Per stabilire quale sarà la ddp ottimale si utilizza, come elettrodo di riferimento, un catodo simile a quelli che creano lo strato di passivazione. Questo riferimento sarà collegato a un preciso voltmetro digitale che permetterà di conoscere la ddp tra vasca ed elettrodo. A secondo della geometria della vasca la ddp ottimale sarà compresa tra 0.4 e 0.8 V.

Tenendo sotto controllo il valore della ddp si avranno inoltre interessanti indicazioni su:

- \* contenuto di Ni in vasca
- \* condizioni generali del bagno
- \* indesiderato contatto tra un pezzo e la parete della vasca

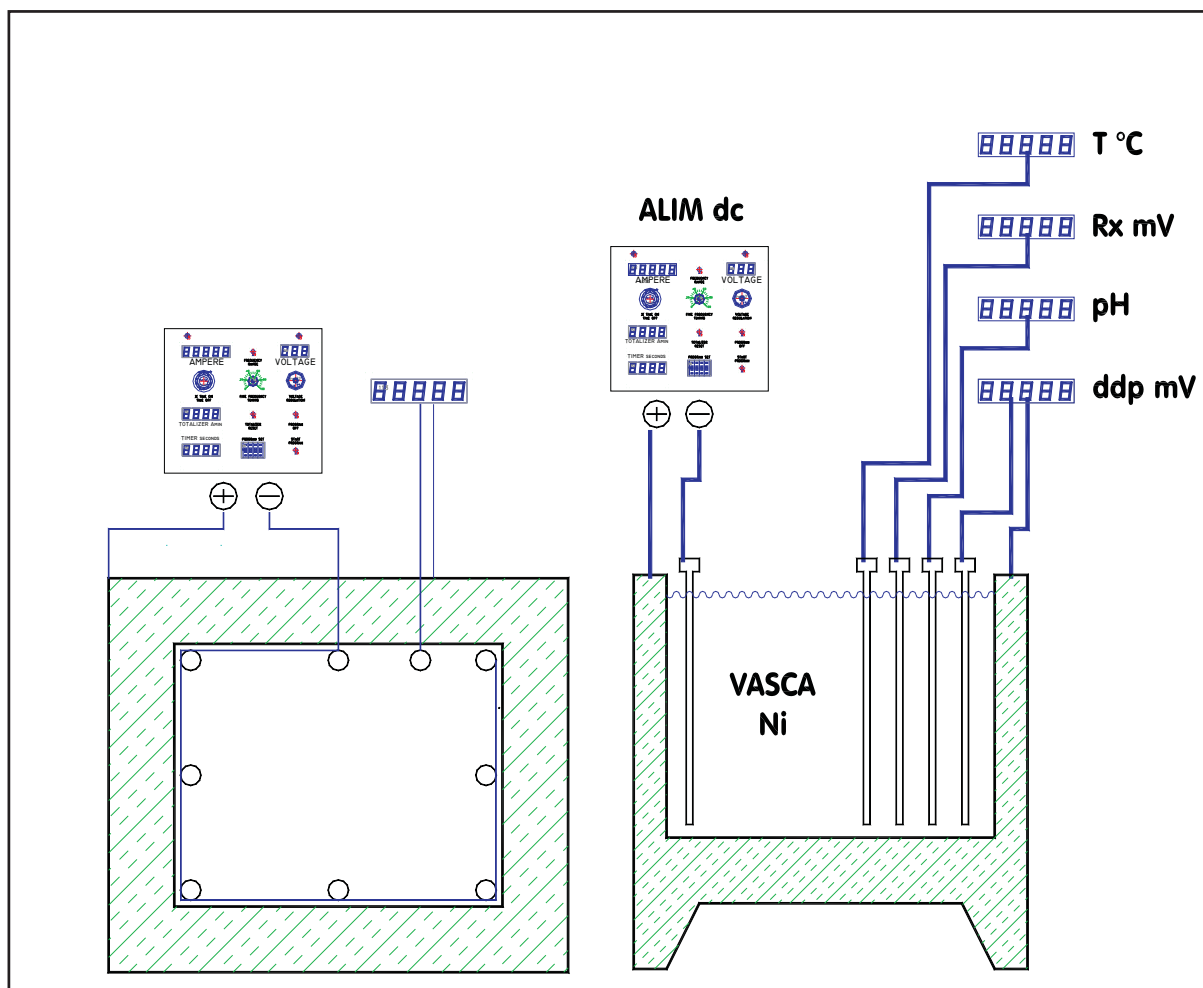


Fig. 8 Schema di un impianto di protezione anodica della vasca



## 8. Programmare la taratura

Nelle piccole e medie industrie italiane si sottovaluta spesso il problema della manutenzione programmata e della taratura degli apparecchi, aspettando che un evento traumatico interrompa la produzione. E anche quando c'è una parvenza di manutenzione programmata questa è affidata alla memoria e agli appunti di alcuni incaricati che non solo, in quanto umani, possono dimenticarsene, ma possono anche abbandonare definitivamente l'azienda per una migliore collocazione.

E in tal caso chi si ricorda la durata della vasca 11 di attivazione: due settimane o dieci giorni o forse tre settimane lavorative... e andava fatta al 3% o al 5%, ma no, forse partiva al 2% e poi si faceva un rinforzo dopo 5 giorni....e... chi ha preso nota delle modifiche fatte al concentratore quando si era rotta la pompa?...

Esiste un semplicissimo programma per schedare tutti gli interventi programmati con foto, istruzioni e cronologia di quando deve avvertire gli incaricati. Inoltre nella sua base dati conserva tutti gli interventi effettuati con eventuali foto, schede di taratura e note varie degli operatori.

NotCron è un programma che può 'fotografare' lo stabilimento evidenziando tutte quelle attrezzature che richiedono degli interventi di manutenzione programmata.

NotCron avvisa tempestivamente gli incaricati degli interventi in scadenza, mostra foto e istruzioni per eseguire correttamente l'intervento e raccoglie tutti i dati e le schede sugli interventi effettuati.

### 8.1. Con NotCron potete:

- \* visualizzare (e stampare) tutti gli interventi in scadenza nell'unità di tempo prescelta (domani, settimana prossima...)
- \* visualizzare (e stampare) la lista dei ricambi necessari per ciascun intervento
- \* visualizzare (e stampare) le istruzioni, foto e testo, per eseguire l'intervento
- \* avvisare preventivamente via mail o fax eventuali incaricati interni o esterni allo stabilimento (opzionale)

**Prossime scadenze interventi**

14.04.06 Fri: /root/Linea NiP/Vasca 2 us/US generatore assigned to Elena  
21.04.06 Fri: /root/Linea NiP/Vasca 7 Ni/pHmetro/taratura assigned to chicca

**Prossime scadenze acq. ricambi**

14.04.06 Fri: /root/Linea NiP/Vasca 2 us/US generatore/ventilatore us assigned to giola  
20.04.06 Thu: /root/Linea NiP/Vasca 2 us/Rifacimento prodotto/Acq prodotto assigned to giola

**Linea NiP**  
Assigned to: Elena Chicca  
Time: 1 ora

**Interventi eseguiti (past)**

10.04.06 Mon: /root/Linea NiP closed by Elena view  
10.04.06 Mon: /root/Linea NiP/Vasca 1/Decontaminazione closed by elle view  
14.04.06 Fri: /root/Linea NiP/Vasca 7 Ni/pHmetro/taratura closed by chicca

**Ricambi acquistati (past)**

*visualizzazione attività no log in*

*descrizione del livello evidenziato a sinistra*

Copyright © 2006 Essedikappa. Webdesign by Jonas John.

- \* marcare come 'eseguito' l'intervento programmato aggiungendo le eventuali note di chi lo ha eseguito, così da avere una situazione aggiornata degli interventi effettuati, come previsto dagli enti certificatori.
- \* **NotCron** non richiede licenze è compilato e risiede su un piccolo server con dischi in mirror per la sicurezza dei dati
- \* **NotCron** è collegato alla vostra rete aziendale
- \* **NotCron** è visualizzabile, come una pagina web, con qualsiasi browser su qualsiasi

calcolatore della vostra rete con qualsiasi sistema operativo

- \* **NotCron** stampa da qualsiasi calcolatore della vostra rete
- \* **NotCron** è aggiornabile da qualsiasi calcolatore della rete dopo aver inserito user e password relative
- \* **NotCron** può essere assistito direttamente da remoto per manutenzione e aggiornamenti

**Notcron**

Future 1 week Past 1 week set Log Out

NAVIGATION

root

- Centrale Aria
- Centrale termica
- Depurazione acqua
- Depurazione aria
- Laboratorio
- Linea NIP
- Linea PTFE
- Linea Silican
- Officina meccanica
- Sabbatura
- Servizi
- STA Sud
- Trattamento Termico
- Uffici
- ZZZZZZ
- pHmetro
- Sonda**
- taratura

2ZZZZZZ/pHmetro/Sonda

**Expirations**

**Spare parts**

**Sonda**

From Sat Apr 01 00:00:00 CEST 2006 every 6 months  
Assigned to: Gioia  
Product key: sph9003  
Amount: 1  
Euro: 100

**Pulizia elettrodo**

- 1 smontare delicatamente il cappuccio
- 2 immergere il bulbo in acido (non fluoridrico)
- 3 pulire delicatamente con un pezzo pulito di carta

edit remove move up

**Tutte le operazioni inserimento descrizione crontab sono uguali a quelle delle attività**

**Ricambi acquistati (past)**

**scheda ricambio**

Copyright © 2006 Ecsedit:appa. Webdesign by Jonas John.

## 9. Bibliografia

---

Jack Blitz	Ultrasonics: methods and application. London 1971
S. Flügge	Akustik II. Handbuch der Physik. Berlin 1962
J. van Randerlaat	Piezoelectric ceramics. Philips Eindhoven 1974
L. D. Rozenberg	High intensity ultrasonic fields. New York 1971
Galvanotecnica	Annate varie
E. Bertorelle	Trattato di galvanotecnica
EFG Krüger	Sistemi di lavaggio a ultrasuoni (1976)
EFG Krüger	Manuale d'uso termoregolatori elettronici (1980)
EFG Krüger	Manuale d'uso Ampereometri elettronici (1980)
EFG Krüger	Manuale d'uso pH-metri digitali (1982)
EFG Krüger	Manuale d'uso impianti a ultrasuoni (1975 - 2002)
EFG Krüger	Manuale d'uso alimentatori a impulsi (1982 - 2002)
Giorgio Krüger	Controllo dei processi galvanici Torino 1991
Giorgio Krüger	Controllo dei processi galvanici Lecco 1992
Giorgio Krüger	Controllo dei processi galvanici Milano 1993
Giorgio Krüger	Controllo dei processi galvanici San Maurizio 1994
Giorgio Krüger	Il futuro della galvanotecnica AIAS Barcellona 1994
Giorgio Krüger	Controllo dei processi galvanici Milano 1994-95-96-97-98-99-2000-01-02-03
Giorgio Krüger	Giornata sul Lavaggio Industriale - ANVER Milano 1995
Giorgio Krüger	Controllo dei processi galvanici Corso Ktema Bologna 1995
Giorgio Krüger	Corso di progettazione impianti - Politecnico di Torino 1998
Giorgio Krüger	Corso sui trattamenti superficiali - Università di Trento 1998

**Note:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Indice

<b>A</b>		
AMPERORAMETRI	pag.	10 - 19
Analisi del bagno	pag.	15
asciugatura finale	pag.	5
Asciugatura finale	pag.	5
attrezzature ausiliarie	pag.	6
<b>C</b>		
ciclo operativo	pag.	4
ciclo produttivo	pag.	3
<b>D</b>		
Dosatore di metalli preziosi	pag.	13
Dosatore in bagni di nichel	pag.	13
<b>E</b>		
elettrodi	pag.	20
<b>G</b>		
Grandezze controllabili	pag.	6
<b>H</b>		
Honda	pag.	3
<b>I</b>		
Il contenuto è aumentato	pag.	15
Il contenuto è diminuito	pag.	15
Impianti a passo	pag.	5
Impianti programmabili	pag.	5
impianto galvanico	pag.	5
Impostazione programmatore	pag.	14
interrompere la deposizione	pag.	11
isole felici	pag.	3
isteresi	pag.	9
<b>L</b>		
La qualità	pag.	3
<b>M</b>		
manutenzione programmata	pag.	25
misura della conducibilità	pag.	23
MISURATORI DI REDOX	pag.	23
<b>N</b>		
NotCron	pag.	25
<b>P</b>		
pHmetri	pag.	20
pompe dosatrici	pag.	20
Preparazione	pag.	4
preparazione iniziale	pag.	4
processo galvanico	pag.	3
PROGRAM START	pag.	11
Programmare la taratura	pag.	25 - 26
protezione anodica	pag.	24
Protezione della vasca	pag.	24
Pt100	pag.	7
<b>R</b>		
RENDIMENTO	pag.	14
resistività	pag.	23
Riempimento del fustino	pag.	14
risciacqui finali	pag.	5
Risciacqui finali	pag.	5

Risciacqui intermedi	pag.	4
<b>S</b>		
scheda di taratura	pag.	6
set point	pag.	7
shunt	pag.	10
sonde di misura	pag.	6
<b>T</b>		
Taratura Ampereometro	pag.	16
Taratura degli apparecchi	pag.	6
Taratura del programma	pag.	14
Taratura di un pH-metro	pag.	20
Taratura di un termoregolatore	pag.	9
temperatura di ebollizione	pag.	9
TERMOREGOLATORI	pag.	7 - 9
<b>U</b>		
Uso del totalizzatore	pag.	14



**!! per qualunque chiarimento scrivetemi !!**  
**gk@gkkappa.com**