



Apparecchiatura per la saldatura a resistenza, vista da fuori...

## tecnologie modellistiche la saldatura elettrica a resistenza

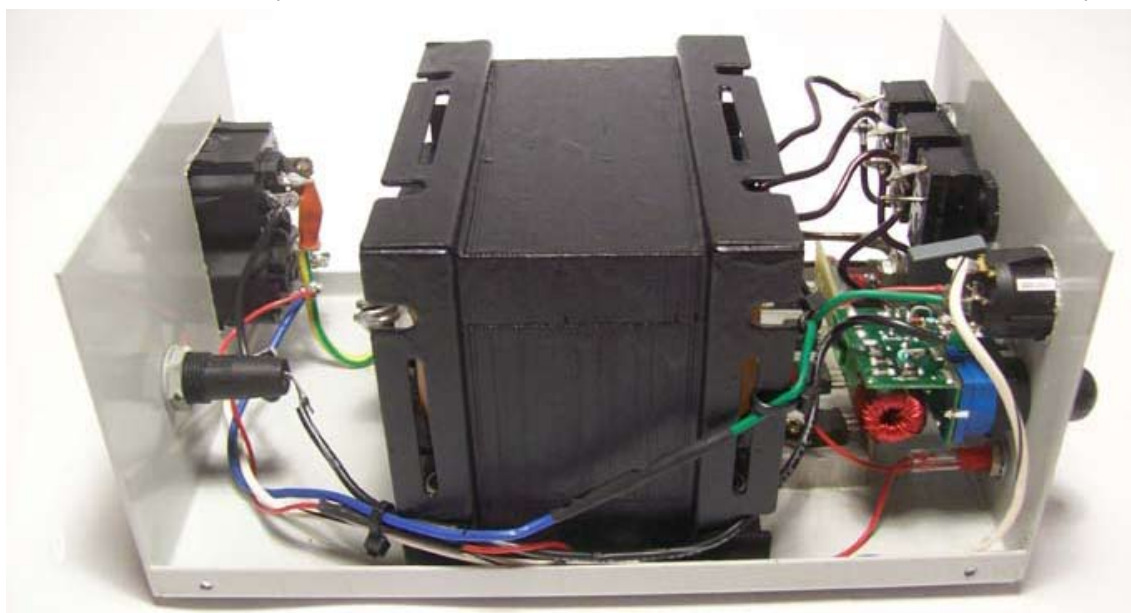
Può essere un'alternativa o un complemento alla classica saldatura a stagno per il montaggio di modelli e accessori realizzati con i vari metalli utilizzati in questo campo. Qui ne spieghiamo i vantaggi e indichiamo come costruirsi da sé l'attrezzatura necessaria.

### RIFERIMENTI

Sulla saldatura, vedi anche l'articolo pubblicato su *IT* 148.

**A**gli inizi della mia attività fermodellistica ero stato colpito da un articolo apparso sulla rivista "Fermodel News" che illustrava la costruzione di una saldatrice a carbone per la realizzazione di modelli d'ottone (anche se sarebbe corretto utilizzare il termine "brasatura" continuerò a utilizzare il più comune termine "saldatura");

troppo giovane e con scarse cognizioni elettriche ed elettroniche avevo lasciato perdere. Da allora e dopo numerosi modelli in H0 assemblati con comuni saldatori, sono trascorsi venticinque anni e avevo completamente dimenticato il vecchio articolo. Col tempo sono passato alla scala 0 e vista la carenza di materiale FS in questa



... e da dentro.

scala, mi sono dedicato all'autocostruzione integrale. Cercando una rivettatrice per lastre e profilati in ottone, ho trovato una saldatrice di produzione industriale sul catalogo *on-line* di MicroMark, rivenditore americano di prodotti per modellismo. Dopo aver rispolverato il vecchio articolo ho iniziato a cercare su Internet per valutare che cosa avesse sviluppato nel frattempo il mercato. Ho trovato diversi apparati e numerosi articoli di associazioni fermodellistiche che trattano l'argomento e in tutti gli articoli pubblicati sulla rivista francese "Modèles ferroviaires" lo si considera il sistema preferenziale per assemblare modelli in ottone. Dopo avere pensato all'acquisto di un prodotto commerciale e valutati i costi, da sommarsi poi ai dazi doganali e alle elevate spese di trasporto, ho deciso di provare a costruirla una.

Ovviamente ho usato come base l'articolo della rivista italiana, sicuramente molto spartano, tanto da consigliare l'utilizzo come elettrodo dei carboncini tolti dalle comuni batterie zinco-carbone (li ho provati all'inizio, sono sicuramente funzionali ed economicissimi, ma con la contropartita di una notevole produzione di puzze e fumi vari dovuti alle sostanze che impregnano le pile di questa tipologia) e da non prevedere l'utilizzo del comando a pedale, assolutamente indispensabile per non causare bruciature e danni al lavoro, anche gravi e irrimediabili. Dopo l'esperienza fatta tengo a precisare che la saldatrice a resistenza è un utensile che non sostituisce ma affianca i saldatori tradizionali siano questi elettrici o a gas. Il suo principale vantaggio? Fornire istantaneamente e in un punto localizzato il calore necessario alla saldatura. Grazie alla brevissima durata del passaggio di corrente, il calore è limitato solamente alla zona di appoggio, evitando in questo modo di dissaldare altre parti lavorate in precedenza. Il calore è generato per effetto Joule dalla resistenza del materiale in lavorazione al passaggio di una corrente alternata molto elevata (nei mio apparato varia da 10 a 30 A) a una tensione molto bassa (da 2 a 6 V). Anche il consumo energetico è trascurabile, infatti è limitato ai soli istanti di utilizzo. È importante ricordare che troppo calore e male controllato può causare chiazze scure sull'ottone oppure rovinare superficialmente i pezzi. Il pericolo maggiore, viste le elevate correnti in gioco, è quello di causare inavvertitamente un arco elettrico, generato da uno scarso contatto tra elettrodo e pezzo in lavorazione oppure dal dimenticarsi di togliere tensio-

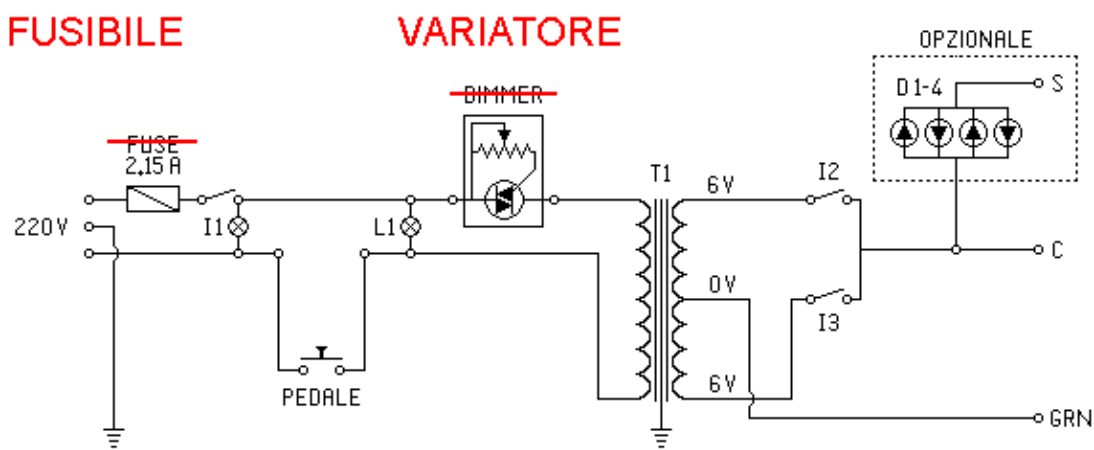
ne alla saldatrice prima di allontanare l'elettrodo. L'arco elettrico oltre a provocare danni ai pezzi in lavorazione, sicuramente rovina gli elettrodi e porta a un maggiore consumo degli stessi. Per questo è necessario utilizzare per il comando a pedale un pulsante normalmente aperto e non un interruttore, che richiederebbe una successiva pressione per riaprire il contatto.

Praticamente il cuore della saldatrice è costituito da un buon trasformatore di potenza adeguata. Questo provvede innanzitutto a disaccoppiare la saldatrice dalla tensione di rete e ci permette di ottenere una tensione non pericolosa per l'utilizzatore che può tranquillamente manipolare i pezzi durante la saldatura senza precauzione alcuna. Io ho recuperato dal cassonetto degli scarti elettronici della mia azienda un trasformatore da 180 W con l'avvolgimento secondario bruciato e anche un vecchio comando a pedale. Ho smontato il pacco dei lamierini, quindi svolto ed eliminato il secondario d'origine; successivamente ho avvolto tre secondari utilizzando filo di rame per trasformatori (filo con doppia smaltatura) da 3 mm di diametro. Ho avvolto un numero di spire idoneo a ottenere la massima tensione in uscita (6 V) per ognuno degli avvolgimenti. La scelta di costruire il trasformatore dotandolo di tre secondari separati è stata fatta per avere tre differenti potenze di lavoro (60, 120 e 180 W), per poterlo sfruttare al meglio in funzione delle varie condizioni di utilizzo.

Coloro che non riescono a trovare un trasformatore di recupero o meglio non vogliono mettere mano sugli avvolgimenti del secondario, possono benissimo acquistare un trasformatore da 150 W con due secondari separati da 6 V e così ottenere due potenze in uscita, ovvero 75 e 150 W.

## Costruzione della saldatrice...

La maggior parte degli apparati commerciali sono dotati solamente di un variatore di potenza rotativo (*dimmer*) basato su un circuito con triac. Questo permette di variare solo la tensione in uscita agendo sul primario del trasformatore. Personalmente lo ritengo un sistema meno versatile e ho preferito sia usare il *dimmer* per variare la tensione (da 2 a 6 V) sia ricorrere agli avvolgimenti multipli per variare la corrente in uscita, ottenendo così un



Schema elettrico del circuito della saldatrice a resistenza (la parte entro il tratteggio è necessaria solo se si usano elettrodi d'acciaio): le lettere e sigle sulla destra indicano rispettivamente la presa a cui collegare l'elettrodo d'acciaio (S), quello di carbone-rame (C) e il cavo di ritorno (GRN), da collegare al modello mediano pinze a coccodrillo o piastra di contatto metallica.

(tutte foto e disegni  
Del Puppo)

doppio controllo della potenza. Per non avere i problemi di realizzare un circuito per trasformatori basato su un triac, ho optato per un prodotto commerciale e ho acquistato un prodotto da incasso della ditta Relco, specifico per trasformatori lamellari e toroidali. L'ho provato esternamente per valutarne il corretto funzionamento, quindi ho tolto la parte di plastica relativa ai componenti da incasso e ho adattato il tutto per inserirlo all'interno della mia saldatrice. Ho poi acquistato in un negozio di elettronica il restante materiale: l'interruttore generale con spia di accensione, gli interruttori da 16 A per selezionare la potenza di lavoro, il pulsante normalmente aperto da 2 A per sostituire l'interruttore d'origine presente nel comando a pedale, il portafusibile e il contenitore metallico per ospitare il tutto.

## ... e dei suoi accessori

In seconda battuta ho iniziato a pensare a elettrodi, porta elettrodi e ai relativi collegamenti elettrici. Anche in questo caso vi sono diversi prodotti commerciali: a puntale o a pinza, entrambi utilizzano elettrodi di carbone di varie forme e dimensioni, oppure elettrodi d'acciaio inossidabile. Tutti sono acquistabili anche separatamente dalla saldatrice ma hanno il medesimo difetto di questa: costano parecchio, quindi ho preferito costruirmi in funzione delle mie esigenze e acquistare via Internet i soli elettrodi, visto che in Italia è praticamente impossibile trovarli. Mi sono orientato su due tipologie: elettrodi di carbone rivestiti di rame (di due diametri: 5 mm e 2,5 mm) ed elettrodi d'acciaio da 2 mm.

Per tutti e tre gli elettrodi ho costruito i relativi porta elettrodi (figura 1) utilizzando ottone e alluminio di recupero, ugelli di rame per saldature RIG (nei grandi magazzini di *bricolage*), tasselli a espansione di vecchio tipo d'ottone e tubetto di cartone micalizzato (acquistato in una vecchia bottega di elettromeccanica). Quest'ultimo serve da manipolo, isolando sia elettricamente che dal calore. Per i collegamenti ho utilizzato prese femmina unipolari e spinotti da 30 A; inizialmente come cavo ho utilizzato il classico filo giallo-verde di terra, ma questo, molto rigido, mi limitava nei movimenti durante le saldature, soprattutto se confrontato con la leggerezza dei porta elettrodi realizzati. Ho quindi preferito sostituirlo con cavetto elettrico per strumentazione, diametro 2,5 mm con rivestimento siliconico. Questo cavo costa ma è eccezionale perchè morbidissimo e non ostacola durante il lavoro. Gli elettrodi di carbone hanno una propria resistenza intrinseca e non danno problemi, mentre per ovviare al corto circuito causato dall'elettrodo d'acciaio, ho aggiunto alla saldatrice un'uscita supplementare dedicata solo a questo tipo e collegata a quella per gli elettrodi di carbone con diodi di potenza messi in opposizione; questo serve a generare un

fig 1  
Schema di un porta elettrodo autocostruito con un tubo di cartone micalizzato per impugnatura e altri materiali di recupero.

fig 2  
Piastra di contatto, per la saldatura di pezzi che non è possibile tenere con le pinze a coccodrillo; la spina all'estremità del cavo si inserisce nella presa marcata GRN della saldatrice.

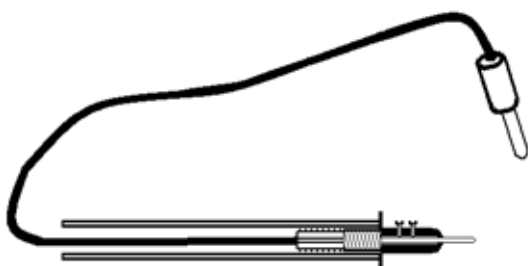


FIG.1

carico fittizio tale da non provocare la bruciatura istantanea del fusibile di protezione. I diodi sono montati su un piccolo dissipatore termico per migliorarne il raffreddamento. Questa parte (indicata come "opzionale" nello schema del circuito) può venire omessa qualora si decida di non utilizzare mai elettrodi d'acciaio. L'elettrodo da solo non è sufficiente per effettuare una saldatura, è necessario chiudere il circuito. Allo scopo ho realizzato due tipologie di "contatti" di ritorno. Alcuni a pinza (praticamente il classico tipo utilizzato nelle saldatrici elettriche tradizionali) e uno a piastra di contatto (figura 2). Per le pinze ho utilizzato i classici "coccodrilli" da elettronica, grandi e piccoli, collegati alla saldatrice per mezzo del citato cavetto siliconico, mentre per la piastra di contatto ho utilizzato una lastrina d'acciaio inossidabile da 0,5 mm (solito grande magazzino di *bricolage*) incollata su un lamierino di ferro da 1 mm mediante silicone per alte temperature. Il tutto è stato a sua volta incollato sopra a un foglio di legno compensato multistrato marino da 1 cm utilizzando lo stesso silicone. Ho volutamente frapposto tra l'acciaio inossidabile (notoriamente amagnetico) e il multistrato il lamierino di ferro: questo mi permette di utilizzare piccoli magneti per bloccare i pezzi durante le saldature. Anche qui si utilizza il cavetto siliconico per effettuare un buon collegamento elettrico. La piastra di contatto, anche se d'acciaio inossidabile, richiede una manutenzione periodica, partico-

## MATERIALI

T 1	Trasformatore da 150 W (primario 220 V, secondario 2x6 V)
Pedale	Pulsante normalmente aperto con comando a pedale, 220 V, 2 A
Variatore	Varialuce (dimmer) RELCO tipo RTS34DSL o equivalente
D 1-4	Diodi MBR2045CT, 45 V, 20 A (TO 220) (facoltativi)
I 1	Interruttore unipolare con luce spia al neon, 220 V, 2 A
I 2-3	Interruttori unipolari a levetta, 125 V, 16 A
L 1	Lampada spia al neon, 220 V
Fusibile	Portafusibile da pannello con fusibile da 2,15 A

### Contenitore metallico

- Prese femmina unipolari da pannello, 30 A
- Spinotti unipolari a banana, 30 A
- Pinze ("coccodrilli") per elettronica, varie misure
- Cavo siliconico da 2,5 mm di diametro
- Elettrodi di carbone da 2,5 mm (American Beauty 10530 o equivalente)
- Elettrodi di carbone da 5 mm (ALP2m SRE1015 o equivalente)
- Elettrodi d'acciaio da 2 mm (American Beauty 10542 o equivalente)

carico fittizio tale da non provocare la bruciatura istantanea del fusibile di protezione. I diodi sono montati su un piccolo dissipatore termico per migliorarne il raffreddamento. Questa parte (indicata come "opzionale" nello schema del circuito) può venire omessa qualora si decida di non utilizzare mai elettrodi d'acciaio.

L'elettrodo da solo non è sufficiente per effettuare una saldatura, è necessario chiudere il circuito. Allo scopo ho realizzato due tipologie di "contatti" di ritorno. Alcuni a pinza (praticamente il classico tipo utilizzato nelle saldatrici elettriche tradizionali) e uno a piastra di contatto (figura 2). Per le pinze ho utilizzato i classici "coccodrilli" da elettronica, grandi e piccoli, collegati alla saldatrice per mezzo del citato cavetto siliconico, mentre per la piastra di contatto ho utilizzato una lastrina d'acciaio inossidabile da 0,5 mm (solito grande magazzino di *bricolage*) incollata su un lamierino di ferro da 1 mm mediante silicone per alte temperature. Il tutto è stato a sua volta incollato sopra a un foglio di legno compensato multistrato marino da 1 cm utilizzando lo stesso silicone. Ho volutamente frapposto tra l'acciaio inossidabile (notoriamente amagnetico) e il multistrato il lamierino di ferro: questo mi permette di utilizzare piccoli magneti per bloccare i pezzi durante le saldature. Anche qui si utilizza il cavetto siliconico per effettuare un buon collegamento elettrico. La piastra di contatto, anche se d'acciaio inossidabile, richiede una manutenzione periodica, partico-

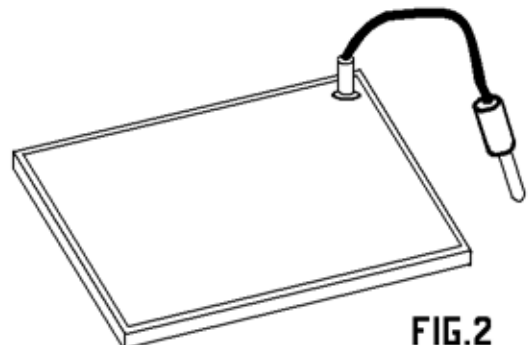
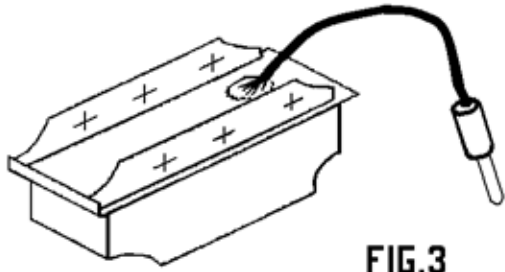


FIG.2

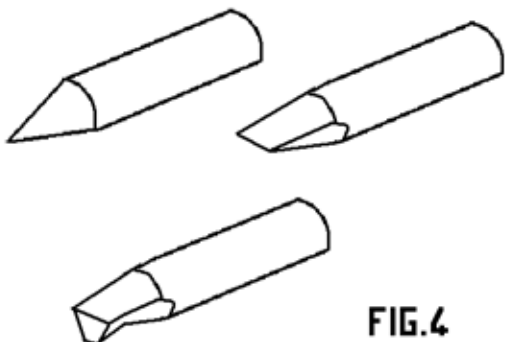


**FIG.3**

laramente per eliminare le tracce di stagno e di fluxante. Per proteggerla durante le operazioni di saldatura si può comunque utilizzare un foglio di alluminio da cucina, ottimo conduttore e facilmente sostituibile.

Per saldare pezzi irregolari e non perfettamente piani, o con forme e dimensioni tali da non entrare tra i denti dei "coccodrilli", è possibile saldare tradizionalmente uno spezzone di cavo in una parte nascosta del modello e collegarlo con uno spinotto a una delle prese (figura 3). Gli elettrodi utilizzati sono barrette di carbone rivestite di rame, che possono essere facilmente lavorate per dare alla punta la forma desiderata. Una punta conica può essere utilizzata per tutte le saldature più comuni (la si può facilmente ottenere utilizzando i comuni temperamatite o temperamine, secondo il diametro dell'elettrodo) e si possono fabbricare anche punte a scalpello o di forma idonea a saldature particolari, dando loro la forma voluta utilizzando limette, dischi abrasivi e carta vetrata a grana fine (figura 4). È importante ricordare che minore è il punto di contatto, maggiore è la temperatura prodotta (perchè molto localizzata); la contropartita è quella di aumentare notevolmente la possibilità di innescare un arco elettrico e causare danni indesiderati al pezzo in lavorazione.

Prima di iniziare a saldare su un modello di pregio è indispensabile fare un po' di esperienza partendo da ritagli di ottone anche recuperati da vecchi kit; è infatti particolarmente importante scegliere la tensione e la corrente più appropriate per il lavoro. Utilizzando tensione e correnti basse avremo una bassa potenza di riscaldamento e viceversa, secondo la formula ( $W = V \times A$ ). Basse potenze sono indispensabili per particolari in fotoincisione piccoli o di spessore ridotto; una potenza elevata per lastre di spessore maggiore o particolari in fusione. È importante ricordare che anche lo stato di usura e pulizia dell'elettrodo influisce sul contatto e sulla potenza trasmessa. Ovviamente è meglio iniziare con una potenza ridotta e non riuscire a fondere la lega saldante piuttosto che provocare bruciature sulle lastre



**FIG.4**

o addirittura arrivare a bucarle! Un buon parametro di valutazione è osservare l'elettrodo di carbone: se è rosso vivo stiamo lavorando in maniera ottimale, se tende a diventare bianco incandescente stiamo esagerando con la potenza. È importante rammentare che il tempo di contatto deve essere breve: se occorrono più di 5 secondi per ottenere la fusione della lega dobbiamo sicuramente aumentare la potenza in uscita.

Per quanto riguarda il materiale di apporto, ovvero la lega saldante, si possono utilizzare tutte, anche quelle prodotte secondo la normativa Rhos (senza piombo); occorre utilizzare sempre un buon fluxante, sia a base alcolico-organica sia acido; in quest'ultimo caso è bene sciacquare e spazzolare i pezzi saldati con una soluzione di acqua e bicarbonato per inattivare i residui.

Per i particolari minuti o per ridotti spessori delle lastre di ottone è indicatissimo lo stagno in crema (acquistabile da un buon ferramenta o in utensileria), che va applicato preventivamente sulle parti da saldare con uno stuzzicadenti o con un pennellino; questo tipo di lega ha la particolarità di poter essere resa molto fluida allungandola con qualche goccia di acqua distillata.

Con la saldatura elettrica a resistenza si possono facilmente saldare anche particolari di metallo bianco sull'ottone o l'alpacca. Si deve procedere in questo modo: prima si effettua la "stagnatura" del pezzo in ottone con



una normale lega stagno-piombo utilizzando un comune saldatore, indi si applica un velo di lega a basso punto di fusione ("basso-fondente") per metallo bianco (Carr's o simile), senza esagerare nello spessore; si accosta il pezzo di metallo bianco preventivamente trattato con l'idoneo fluxante (sempre Carr's), quindi si utilizza l'elettrodo di carbone per scaldare l'ottone o l'alpacca da dietro. Quando si vede fondere la lega applicata in precedenza si deve togliere corrente. È indispensabile lasciare raffreddare bene il giunto poichè le leghe basso-fondenti si raffreddano molto più lentamente delle tradizionali e muovendo i pezzi troppo presto si ha il rischio di saldature "fredde", poco resistenti e durature.

Infine, per quanto riguarda la sicurezza di chi opera, ricordo che durante le saldature è obbligatorio utilizzare occhiali di protezione per evitare schizzi di fluxante negli occhi (specie quelli di tipo acido) o di stagno in crema, che tende a bollire se la potenza applicata è eccessiva. E gli occhi ci servono sani, non fosse altro che per ammirare il risultato del nostro lavoro, no?

Buona saldatura a resistenza e buon lavoro a tutti! □

fig 3

Un'alternativa è saldare provvisoriamente un cavo, da collegare alla presa GRN della saldatrice, in una parte nascosta del modello, che fungerà così esso stesso da piastra di contatto per chiudere il circuito elettrico.

fig 4

Esempi di diverse foggie delle estremità degli elettrodi, sagomate secondo l'ampiezza richiesta del punto di contatto della saldatura. GRN della saldatrice.

Elettrodi di vari tipi con i porta-elettrodi autocostituiti come descritto nel testo: dall'alto in basso, elettrodi di carbone rivestito di rame da 5 mm, da 2,5 mm ed elettrodo d'acciaio da 2 mm di diametro.