

La saldatura in elettronica

Sommario argomenti trattati

La saldatura in elettronica	1
Introduzione.....	1
Scopo della saldatura in elettronica.....	1
Il processo di saldatura in elettronica	1
I flussanti	2
Bagnabilità.....	3
Direttiva RoHS	3
Rischi per la sicurezza e salute nella saldatura in elettronica.....	4
Bibliografia	6

Introduzione

La **saldatura** è un procedimento per l'unione di due materiali a formare un unico pezzo in cui è assicurata la **continuità fisica** dei materiali nel punto di giunzione.

La saldatura si divide in: Saldatura Autogena
Saldatura Eterogenea

- Nella saldatura **autogena** si porta alla fusione almeno uno dei due materiali da unire.
- Nella saldatura **eterogena** i materiali da unire non sono portati alla fusione, infatti per eseguire la giunzione si usa un terzo materiale, detto materiale d'apporto, che è l'unico ad essere fuso. La saldatura eterogena è anche chiamata **brasatura**.

A sua volta la brasatura viene suddivisa in due categorie:

- **Brasatura forte** (in inglese “**brazing**”), in cui la temperatura di fusione del materiale d'apporto è **maggiore di 450°C**
- **Brasatura dolce** (in inglese “**soldering**”), in cui la temperatura di fusione del materiale d'apporto è **minore di 450°C**

In elettronica si usa la brasatura dolce o più semplicemente saldatura a stagno o stagnatura.

La temperatura di lavoro è normalmente intorno ai 350 °C, questo per non sollecitare troppo i componenti elettronici e ridurne la vita utile.

Richiamiamo le seguenti definizioni utili in seguito:

- si chiama **lega** una miscela di elementi chimici di cui almeno uno è un metallo.
- si chiama **lega eutettica** una lega in cui la percentuale dei vari componenti è tale da far sì che la temperatura di fusione della lega sia la più piccola possibile.

Scopo della saldatura in elettronica

La saldatura in elettronica presenta come principale scopo quello di assicurare un buon **collegamento elettrico** fra le parti da saldare.

Ha una sua importanza anche la necessità di garantire un **collegamento meccanico** rigido, robusto e duraturo fra le due superfici metalliche.

Il processo di saldatura in elettronica

La saldatura in elettronica richiede quindi:

- Un saldatore elettrico di piccola potenza (in inglese “soldering iron”) utilizzato per riscaldare la lega saldante ed il giunto da saldare.
- Il materiale d’apporto che sarà fuso, detto anche lega saldante o lega di saldatura. Fino a qualche anno fa questa lega era costituita da stagno e piombo nella percentuale, rispettivamente, del 60% e 40%, disponibile in fili.
- Il fluxante o anche flusso, costituito da colofonia ossia un resina vegetale del pino, il cui scopo è quello di effettuare un’azione disossidante delle parti da saldare. Il fluxante è normalmente contenuto all’interno di una cavità dei fili di lega saldante



Fig. 1 - Stazione saldante Weller

Il processo di saldatura manuale pertanto si può definire suddividendolo nelle seguenti fasi:

- (a) la punta del saldatore deve essere pulita, ben stagnata e della forma giusta per massimizzare l’area di contatto con il giunto da saldare. Il filo di saldatura e la punta riscaldata sono applicate al reoforo ed alla piazzola.
- (b) Il giunto viene portato a **40°C oltre** il punto di fusione per 2 - 5 secondi, in questo arco di tempo il fluxante inizia ad attivarsi e la lega di saldatura inizia a fluire.
- (c) La lega di saldatura fluisce. Si muove lungo la superficie del reoforo, riempie il foro passante e copre la piazzola.
- (d) La punta riscaldata viene tolta e la lega di saldatura si solidifica

È bene precisare che la saldatura non realizza un semplice “incollaggio” fra le parte ma all’interfaccia fra lega saldante e materiale si forma un sottile strato di transizione costituito da una lega composta da lega saldante e materiale, strato che viene chiamato di **alligazione**.

Per chiarire, nel caso di saldatura di un filo di rame con lega stagno-piombo, con la saldatura si forma uno strato di lega rame-stagno-piombo, strato che garantisce il buon collegamento sia meccanico che elettrico.

Se non si forma questa sottile zona, la saldatura è scadente (saldatura fredda) e sia il collegamento elettrico che meccanico sono scadenti.

I fluxanti

Come già detto il fluxante ha lo scopo di pulire le superfici da saldare, è costituito da un materiale con proprietà corrosive, normalmente una resina di origine vegetale ossia la colofonia (in inglese “rosin”).

La colofonia è debolmente corrosiva, quindi è adatta per la pulizia di superfici poco ossidate, se è necessario un maggior potere corrosivo (superfici con maggior ossidazione), vengono aggiunti dei solventi che ne aumentano il potere corrosivo, chiaramente in questi casi dopo l’uso del fluxante è necessario procedere ad una accurata pulizia delle superfici al fine di rimuovere ogni traccia di fluxante, fluxante che potrebbe altrimenti continuare la sua azione corrosiva danneggiando i componenti elettronici.

Nella tecnica corrente si individuano vari tipi di colofonia, via via più corrosivi, ed individuati come segue:

- R – colofonia naturale (leggera)
- RMA – colofonia a media attivazione (media)
- RA – colofonia attivata (forte)
- RSA – colofonia super attivata (super)

In attività di saldatura a stagno-piombo di tipo non elettronico è possibile l'uso di flussanti ancora più forti, in genere acidi o soluzioni più o meno forti di acidi (di solito l'acido cloridrico).

Bagnabilità

Una caratteristica fondamentale per ottenere un buon legame metallurgico tra due metalli è la **bagnabilità**, cioè la **capacità della lega brasante liquida di fluire e diffondersi durante il processo di brasatura**. Una misura della bagnabilità è l'angolo di contatto formato alla giunzione di un solido e un liquido in un particolare ambiente, come mostrato in fig. 5.1.

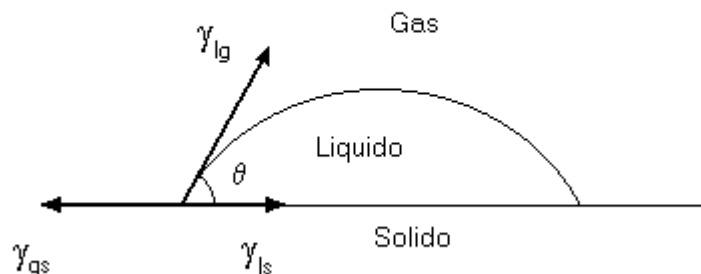


Fig. 2 Angolo di contatto

In generale, se l'angolo di contatto si trova tra 0 e 90° il sistema bagna la superficie, se l'angolo è tra 90° e 180° il sistema non bagna la superficie.

Per ottenere una buona saldatura è necessaria una buona bagnabilità della lega saldante o brasante.

Direttiva RoHS

La **Direttiva RoHS** è la normativa 2002/95/CE (chiamata comunemente RoHS dall'inglese: *Restriction of Hazardous Substances Directive*) adottata nel febbraio del [2003](#) dalla [Comunità europea](#).

La normativa impone restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose nella costruzione di vari tipi di apparecchiature [elettriche](#) ed [elettroniche](#).

La RoHS è spesso chiamata direttiva *Pb-free* o *Lead-free* (cioè "esente da piombo") ma pone dei vincoli sull'uso delle seguenti sei sostanze:

1. [Piombo](#)
2. [Mercurio](#)
3. [Cadmio](#)
4. [Cromo esavalente](#) (Cromo VI)
5. [Bifenili polibromurati](#) (PBB)

6. Etere di difenile polibromurato (PBDE).

L'abolizione dell'uso del piombo ha comportato e sta comportando vari problemi nel campo dell'elettronica, in quanto rende non più utilizzabile la classica lega SnPb, se non per applicazioni non professionali (tipo le nostre) o altre applicazioni specificate dalla normativa (applicazioni mediche e nel campo delle telecomunicazioni).

È nata quindi la corsa alla ricerca di una nuova lega che potesse sostituire lo SnPb, un certo successo l'ha avuto la lega SnAg (stagno-argento) con un 3,5% di argento, ma questa ha una temperatura di fusione di 221°C contro il 190°C dello SnPb, ciò costringe a lavorare a temperature più elevate e quindi a stressare maggiormente i componenti, inoltre la lega SnAg è più costosa, consentendo un metallo più nobile quale l'argento, e anche più difficoltosa da saldare.

Sono così nate altre leghe, tutte con vari punti a favore e contro, ma purtroppo nessuna ottima come la vecchia lega SnPb, per cui allo stato attuale della tecnica non è più possibile utilizzare un'unica lega saldante per tutte le applicazioni elettroniche, ma bisogna sceglierla di volta in volta in base alla specifica situazione, in altre parole il lavoro dell'elettronico è diventato più impegnativo.

Rischi per la sicurezza e salute nella saldatura in elettronica.¹

I rischi sono legati prevalentemente all'uso di apparecchi elettrici (saldatori) per la fusione della lega saldante e alle sostanze che si sviluppano durante il processo.

In sintesi la situazione è la seguente:

Rischi	Misure di prevenzione e protezione.
Scossa elettrica	Utilizzo di apparecchiature in buone condizioni senza fili scoperti (a causa di bruciate o altro).
Ustioni	Impugnare il saldatore dalla parte del manico, rivolgendo lo sguardo all'attrezzo quando si procede ad impugnarlo (evitare di allungare le mani alla ceca).
Polveri	Regolare la temperatura al valore minimo necessario (temperature più elevate danno luogo a maggiore produzione di polveri). Utilizzare aspiratori.
Fumi e vapori di metalli (stagno e piombo)	L'inalazione di piombo, se in dosi massicce, può portare a sintomi di avvelenamento ed a malattie del fegato ed alterazioni dei nascituri. La prevenzione consiste nell'aspirare i fumi e vapori in modo che non siano respirati dagli addetti. Per attività a scarsa intensità come quelle scolastiche o hobbistiche è sufficiente una buona ventilazione generale ottenuta aprendo le finestre oppure utilizzando degli aspiratori da banco con filtri a carboni attivi e ricircolo in ambiente.
Fumi e vapori di colofonia.	L'inalazione di fumi e vapori di colofonia può essere fonte di irritazioni alla gola. Le misure di prevenzione e protezione sono ancora l'uso di aspiratori.

¹ Informazioni tratte dalla pubblicazione "Sicurezza e prevenzione degli infortuni in saldatura" dell'Istituto Italiano della Saldatura – Genova – maggio 1999.

LEAD-FREE ALLOY INFORMATION



AIM offers a broad range of RoHS compliant lead-free alloys for all SMT, wave soldering, hand soldering, and various applications. These alloys include all non-patented alloys, as well as the CASTIN and SN100C alloys. Many of these alloys are compatible with the flux chemistries currently used with tin-lead alloys, while some alloys require special flux chemistries. Other alloys are available upon request.

Alloy	Melting Point °C	Comment	Solder Form Availability					
			Solder Paste	Bar Solder	Cored Wire	Solid Wire	Solder Preforms	Solder Spheres
In52/Sn48	118	Alloy for low temperature applications. Costly due to high Indium content. Attention should be paid to corrosion, joint strength and fatigue issues.	Yes	Yes	No	Yes	Some*	No
Sn42/BI58	138	Alloy for low temperature applications. Attention should be paid to potential embrittlement issues and poor thermal fatigue properties.	Yes	Yes	No	Yes	Some	Yes
Sn42/BI57/Ag1	138	Similar characteristics to Sn42/BI58 with improved fatigue characteristics.	Yes	Yes	No	Yes	Some	Yes
In97/Ag3	143	Alloy for low temperature applications. Costly due to high Indium and Silver contents. Attention should be paid to corrosion, joint strength and fatigue issues.	Yes	Yes	No	Yes	Some	No
Sn91/Zn9	199	Attention should be paid to the very high corrosion and oxidation of Sn/Zn alloys. Requires special flux formulation. Short shelf-life.	No	Yes	No	Yes	Some	Yes
CASTIN® Sn/Ag2.5/Cu.8/Sb.5	217	The lowest melting point and least expensive of the tin-silver-copper family of alloys.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SAC305 Sn/Ag3.0/Cu0.5	217-218	Low-silver tin-silver-copper alloy in line with JEIDA recommendation. Lowest cost pure tin-silver-copper alloy.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SAC387 Sn/Ag3.8/Cu0.7	217-218	Alternative tin-silver-copper alloy. Similar characteristics as SAC305 with slightly higher cost of metals.	Yes	Yes	Yes	Yes	Some	Yes
SAC405 Sn/Ag4.0/Cu0.5	217-218	High-silver tin-silver-copper alloy. Similar characteristics as SAC305 with higher cost of metals.	Yes	Yes	Yes	Yes	Some	Yes
Sn96.5/Ag3.5	221	May not have adequate thermal reliability or wetting and requires higher soldering temperatures than tin-silver-copper alloys.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sn95/Ag5	221-240	Alloy for high-temperature applications only. Costly due to high silver content.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SN100C	227	Sn/Cu/Ni + Ge alloy available from AIM in North America. Bright solder joints, improved wetting.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SAC-LOW	227	Low-silver, cost effective Sn/Cu/Ag alloy available for wave soldering and rework applications.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sn99.3/Cu0.7	227	Cost-effective alternative for wave soldering and hand soldering applications. Attention should be paid to poor wetting and fatigue properties.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sn97/Sb3	232-238	Alloy with similar properties to Sn96/Sb6.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sn95/Sb5	232-240	Alloy for high-temperature applications only. Poor wetting. Less cost-prohibitive than Sn/Ag.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Au80/Sn20	281	Eutectic die attach alloy. Costly due to high gold content.	Yes	Yes	No	Yes	Some	Yes
Sn97/Cu3	227-300	Alloy for high-temperature applications only.	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Sn/Ag25/Sb10	260-300	High Temperature die-attach alloy. Costly due to high silver content.	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Au88/Ge12	356	Gold die attach alloy.	Yes	Yes	No	Yes	Some	Yes

* "Some" refers to preforms that generally are not available flux filled.

The information contained herein is based on data considered accurate and is offered at no charge. Product information is based upon the assumption of proper handling and operating conditions. No warranty is expressed or implied regarding the accuracy of this data. Liability is expressly disclaimed for any loss or injury arising out of the use of this information or the use of any materials designated.

For additional information please contact AIM at
 1 800 CALL-AIM (225-5246)
 1 401 463-5605
 1 401 463-0203 Fax
 or visit us on the web at
www.aimsolder.com

Bibliografia

Le note qui riportate sono state ricavate dalle seguenti fonti:

- Appunti di TDP della prof.ssa Floriana Fantuzzi
- “L’assemblaggio elettronico”, Giovanni Leonida, Editoriale Delfino, Milano, 1978
- “Tecnologia delle Costruzioni elettroniche – Vol. 1°”, Giuseppe Lotti, La Sovrana Editrice – Fermo, Aprile 1989.
- “Tecnologie e disegno per la progettazione elettronica – Vol. 1°”, Giorgio Portaluri, Eneabove, Tramontana Editrice, Milano, 2008.
- Sito www.wikipedia.it alla voce “Normativa comunitaria RoHS”
- Sito www.aimsolder.com della ditta americana costruttrice di materiali per la saldatura in elettronica.