
Curso de soldadura

Esteban Ferro Santiago

Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías da Información

`esteban.ferro.santiago@usc.es`

`http://citius.usc.es`

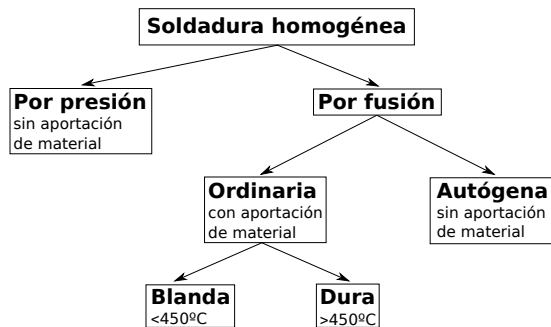


Figura 1: Tipos de soldaduras homoxéneas.

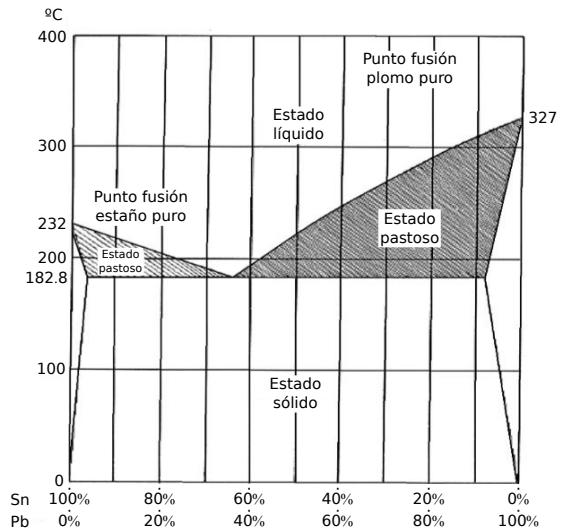


Figura 2: Temperatura de fusión da aleación estaño-chumbo.

1. Introducción

O 90 % dos fallos nos equipos electrónicos comeza con falsos contactos debido a que as soldaduras non se realizaron correctamente, podendo provocar que se queimen un ou varios compoñentes do circuíto. Na fabricación dun circuíto electrónico, a soldadura de cada un dos compoñentes ao circuíto impreso cumpre un rol fundamental para o seu correcto funcionamento. Aínda que parece algo sinxelo, dita unión debe realizarse co maior coidado posible e seguindo certas pautas. En caso contrario obteremos unións defectuosas que a primeira ollada parecen estar correctas, pero que co paso do tempo deterioráanse rapidamente dando lugar a falsos contactos.

2. Tipos de soldaduras

En xeral, os tipos de soldadura homoxéneas (cando os materiais a soldar son da mesma natureza) pódense clasificar en dúas categorías: soldadura por presión e soldadura por fusión (ver Fig. 1). Nas primeiras, por presión, non existe unha achega doutro material, levándose a cabo mediante a aplicación dunha presión suficiente e normalmente axudada con calor. As segundas, por fusión, realízanse mediante a aplicación de calor ás superficies, que se funden na zona de contacto, con ou sen achega doutro metal.

A soldadura por fusión pódese dividir en soldadura ordinaria e soldadura autóxena. A soldadura autóxena realízase sen a achega de ningún material. En cambio, a soldadura ordinaria ou de aliaxe lévase a cabo engadindo un metal de achega que se funde e adhire ás pezas basee, polo que realmente estas non participan por fusión na soldadura. Por último, pódense distinguir dous tipos de soldadura ordinaria dependendo da temperatura de fusión do metal de achega empregado: a soldadura branda e a soldadura dura. A soldadura branda utiliza metais de achega cuxo punto de fusión é inferior aos 450°C, e a dura metais con temperaturas superiores. Nesta última empréganse aliaxes de prata, cobre e cinc (soldadura de prata) ou de cobre e cinc (soldadura de latón).

2.1. Soldadura con estaño

Pola súa aplicación na electrónica, inclinarémonos cara á explicación da soldadura branda con achega de material. Para efectuar a soldadura empregárase estaño, o cal se unirá a materiais do tipo latón, cobre ou ferro. Isto permitirá o paso dunha corrente eléctrica cunha resistencia moi baixa entre a pista dunha PCB (Printed Circuit Board) e o compoñente. Neste tipo de soldadura utilízase estaño con chumbo, formando a chamada "mestura 60-40", onde 60 é a porcentaxe de estaño na barra e 40 o de chumbo. Aínda que o estaño puro funde a 232°C e o chumbo a 327°C, a mestura de ambos provoca unha temperatura de fusión de 192°C, a cal é alcanzada nun soldador estándar (ver Fig. 2).

Debido á acción contaminante do chumbo, a norma RoHS (Restriction of Hazardous Substances) restrinxe, entre outras substancias contaminantes, o uso de chumbo en equipos eléctricos e electrónicos destinados á venda na Unión Europea, aínda que non restrinxe o uso de aliaxes con chumbo no uso doméstico. Debido á norma RoHS apareceron no mercado alternativas sen chumbo, pero tipicamente teñen puntos de fusión máis elevados (até 260°C). O sobrequecemento preciso para fundir estes novos materiais pode afectar á fiabilidade das pistas das PCBs e dos semicondutores, polo que hai que ter especial coidado á hora de usar este tipo de materiais. As soldaduras alternativas tamén son máis duras, o que ten un impacto negativo na fiabilidade a longo prazo e no ciclo de vida do dispositivo. Recentemente estanse desenvolvendo novos materiais para solucionar este tipo de desvantaxes fronte ás aliaxes con chumbo, aínda que a temperatura de fusión segue sendo elevada para determinadas situacións. Nas táboas ?? e ?? pódense ver diferentes aliaxes utilizadas en soldaduras orientadas á electrónica.

3. Ferramentas

A continuación detállanse distintas ferramentas precisas para realizar unha soldadura ou desoldadura.

3.1. Resina

Para soldar deberán estar ambas as superficies dos metais a unir ben limpas de graxas, óxidos, etc... En caso contrario as superficies non se unirán correctamente, dando lugar a desconexións e falsos contactos futuros. Se as superficies presentan algún tipo de sucidade deberán limparse, para o que existen resinas.

O flux (decapante) é unha mestura de sustancias químicas (resinas) que teñen por obxecto facilitar o proceso de soldadura branda. Iso conségueo de tres formas diferentes:

1. Limpando as zonas a soldar de restos de óxidos, aceites e graxas.
2. Evitando que se forme novo óxido debido á calor da soldadura.
3. Facilitando que o material de aporte fundido molle as superficies a unir.

Para que o flux sexa efectivo debe alcanzar unha temperatura mínima chamada temperatura de activación. Dita temperatura dependerá da composición concreta de cada tipo de flux.

O estaño para electrónica inclúe unha resina no seu interior, chamada "estaño con alma de resina"(ver Fig. 3), a cal axuda á limpeza e á adhesión das partes no metal. Pero non

Tabla 1: Aleacións comúns para soldadura

ALLOY	Ag	Cu	Pb	Sb	Sn	Melting Point (°C)	Density ($\frac{kg}{m^3}$)
TIN							
Sn99					99.9	232	7274.28
Sn96.5	3.5				96.5	221	7354.55
Sn95	5				95	221-240	7385.00
Sn90			10		90	183-213	7423.75
Sn70			30		70	183-193	7996.72
Sn63			37		63	183	8392.55
Sn62	2		36		62	179	8403.62
Sn60			40		60	183-188	8492.19
Sn50			50		50	183-212	8863.11
Sn40			60		40	183-247	9494.21
Sn35			65		35	183-250	9496.98
Sn30			70		30	183-257	9712.88
Sn20			80		20	183-280	10202.81
Sn10			90		10	275-302	10742.57
Sn5			95		5	308-312	11016.60
Sn3			97		3	314-320	11155.00
SILVER							
Ag03A	2.5	0.8		0.5	96.2	217	7390.53
SAC305	3	0.8			96.5	217-218	7418.21
Ag2.2	2.5		97.5			304	11265.72
Ag5.5	5.5		94.5			305-364	11290.63
ANTIMONY							
Sb5				5	95	232-240	7243.83
Sb2			63	2	35	185-243	9272.77
Sb1			79	1	20	184-270	10186.20
LEAD							
Pb88	2		88		10	268-290	10739.80
Pb68			68	2	30	185-243	9491.44
Pb80	2		80		18	252-260	10590.33
Pb94	1.5		93.5		5	305-306	11022.14
Pb93	2.5		92.5		5	299-304	11016.60
Pb95	2		95		3	299-305	11016.60
Pb96			96	2	2	252-295	10950.17

Tabla 2: Aleaciones especiales para soldadura

ALLOY	Ag	Au	Bi	Cd	Cu	Ge	In	Pb	Sb	Si	Sn	Melting Point (°C)	Density ($\frac{kg}{m^3}$)
CADMIUM													
Cd70				70							30	140-160	7667.33
Cd18				18							50	145	8445.14
Cd1				1							65	216-219	7354.55
COPPER													
Cu2					2						60	183-190	8517.11
Cu1					1						50	183-215	8863.11
BISMUTH													
Bi58				58							42	138	8553.09
Bi52				52							16	100	9591.09
Bi46				46							34	100-105	9687.97
Bi14				14							43	144-163	8982.13
Bi8				8							46	120-167	8763.46
GOLD													
Au98		98									2	370-800	16976.09
Au97		96.8									3.2	370	15401.10
Au88		87.5						12.5				356	14673.12
Au82		82						18				451-485	14900.09
Au80		80									20	281	14509.81
INDIUM													
In99							99.9					156	7304.73
In80	5						80	15				142-149	7844.48
In70							70	30				165-175	8182.18
In60							60	40				173-181	8503.27
In52							52				48	118	7293.65
In50							50	50				178-210	8852.03
In40							40	60				195-225	9286.61
In30							30	70				245-260	9937.09
In26							26	37.5			37.5	134-181	8414.69
In25							25	75				250-264	9962.00
In20							20	26			54	130-154	8165.57
In19							19	81				270-280	10260.94
In5		2.5					5	92.5				300-310	11011.07

deberá deixarse todo o traballo á mesma, xa que se a superficie está moi sucia non chegará a facer efecto. Outro método de limpeza consiste en raiar a parte a soldar cun papel de lixa fina. Este método tamén é aplicable para aquelas superficies onde o estaño "non se pega". Pero non é aconsellable facer isto nas PCBs porque se desgastan ao lixalas, polo que é recomendable utilizar resina para facer unha primeira limpeza antes de soldar.

3.2. Estaño con alma de resina

É un fío de estaño (realmente de aliaxe de estaño como se describe no apartado 2.1) en cuxo interior existen pequenos fíos de resina, os cales ao fundirse o estaño actúan limpando a superficie onde se realizará a soldadura (ver Fig. 3). Existe de varios diámetros: de 0,3 a 2mm, onde os valores máis comúns son de 0,7 e 1mm.

3.3. Pasta de soldadura

Unha forma diferente de presentación das aliaxes de estaño para a soldadura branda son as pastas de soldadura. Están compostas basicamente por resinas, que actúan como decapantes que facilitan a soldadura, e por unha alta concentración de partículas metálicas da aliaxe de soldadura, en suspensión nas resinas. As pastas de soldadura poden comercializarse en botes sen dispensador ou en colectores que inclúen algunha forma de aplicador. As pastas de soldadura úsanse na soldadura de compoñentes SMD (Surface Mount Technology). Industrialmente, a pasta de soldadura aplícase á PCB antes de colocar os compoñentes

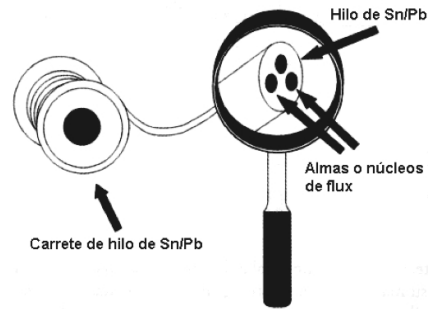


Figura 3: Estaño con alma de resina.



Figura 4: Diferentes soldadores eléctricos y un desoldador de perilla.



Figura 5: Soldador de gas.

mediante un proceso serigráfico. No emprego de pastas de soldadura a nivel non industrial débense usar aquelas que se comercializan en botes con algún tipo de aplicador, xa que a técnica de aplicación da pasta é totalmente manual.

3.4. Soldador

É unha resistencia cuxa potencia identifícao para cada tipo de soldadura. Existen de varias potencias e con varios tipos de puntas. Hainos eléctricos (Fig. 4) ou a gas butano (Fig. 5). Tamén existen soldadores con achega de estaño (Fig. 6).

A potencia do soldador a usar dependerá do tipo de compoñente a soldar. Para o caso de compoñentes semiconductores, como a súa robustez para recibir calor é moi baixa e a superficie a soldar é pequena, deberase utilizar un soldador de entre 15 e 20 watts. Para o caso de compoñentes de potencia, como poden ser resistencias de 5 watts, transistores e diodos de potencia, como os seus terminais a soldar son grandes, deberase empregar un soldador de 25 watts ou máis, para poder chegar a fundir o suficiente estaño e poder realizar a unión.

O soldador pode adoptar varios tipos de puntas, existindo diversas formas e diámetros no mercado, as cales se adaptan a todas as necesidades. Na Fig. 7 pódense ver diferentes tipos de puntas. A máis popular de todas seguramente sexa a punta cónica que confire ao soldador o aspecto dun lapis, aínda que quizais non sexa a máis versátil.



Figura 6: Soldador con aportación de estaño.

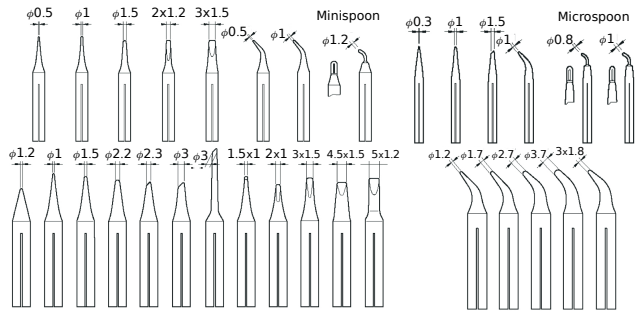


Figura 7: Diferentes tipo de puntas.



Figura 8: Soporte típico para soldador.



Figura 9: Desoldador de émbolo típico.

3.5. Soporte para soldador

Os soportes permiten manexar con seguridade tanto soldadores como desoldadores. A súa función é a de habilitar un lugar de repouso para estes elementos sobre a mesa de traballo, sen importar se están fríos ou quentes. Este elemento é imprescindible á hora de deixar o soldador mentres se prepara o próximo compoñente a conectar. O mesmo impide que o soldador toque coa súa punta quente algunha parte delicada que se atope na mesa, xa sexan nosas mans ou mesmo o mesmo cable de alimentación do soldador. Na Fig. 8 móstrase un soporte típico.

A base dos soportes dispón dun receptáculo que contén unha esponxa a base de celulosa. Esta esponxa debe permanecer sempre húmida (húmida, non empapada) e úsase para a limpeza da punta dos soldadores. Simplemente hai que fregar a punta dos mesmos, en quente, sobre a esponxa para conseguir a necesaria limpeza desta. É posible adquirir esponxas de reposto en caso de ser necesario.



Figura 10: Estación de soldadura analógica.



Figura 11: Estación de soldadura JBC CD-2BD.

3.6. Desoldador

É unha ferramenta que por un método de aspiración extrae o estaño fundido da zona. Existen de varios tipos: de émbolo, de perilla (Fig. 4) e de bomba sen carga. Na Fig. 9 pódese ver un desoldador de émbolo.

O desoldador de émbolo constrúese a partir dun cilindro oco de aluminio. Posúe unha boquilla capaz de succionar o estaño fundido por un dos extremos do cilindro. No outro extremo do cilindro posúe un actuador que permite desprazar un émbolo até a súa posición de uso. O émbolo queda fixado na devandita posición á vez que comprime un molle. Para liberar o émbolo o desoldador inclúe un botón que permite realizar tal acción. Ao liberarse o émbolo este retrocede até a súa posición de repouso producindo un baleiro no interior do cilindro, baleiro que succiona o estaño derretido.

3.7. Estacións de soldadura

As estacións de soldadura son equipos destinados á realización de soldaduras de forma continua, non esporádica. Consisten nunha unidade base (fonte de alimentación) á que se conecta un soldador específico para traballar con estacións deste tipo. Dende a unidade base pódese controlar a temperatura na punta do soldador con máis ou menos exactitude dende uns 150°C até uns 450°C, o que as fai imprescindibles en traballos delicados. Hainas de regulación dixital (Fig. 11) e analóxica (Fig. 10), tendo as primeiras maior exactitude na gradación da temperatura. Tamén existen estacións que incorporan unha bomba de succión para realizar desoldaduras máis facilmente, permitindo controlar a temperatura da punta do desoldador e a forza coa que se succiona o estaño fundido. Existen tamén unidades que inclúen unha bomba sen carga para a aspiración dos fumes propios da soldadura.

Un exemplo de estación de soldadura é a JBC CD-2BD (Fig. 11). Esta é unha estación dixital para traballos xerais en electrónica. Destaca pola rapidez coa que quenta a punta, pasando de 20°C a 350°C en 2 segundos.

A diferenza doutros soldadores, esta estación consta de cartuchos. Un cartucho inclúe, ademais da punta coa que se solda, a resistencia que quenta a mesma e o sensor de temperatura (todo nunha soa peza), polo que deste xeito consegue manter a punta a unha temperatura constante. O inconveniente deste sistema é o elevado prezo se se desexa dispor dunha ampla variedade de puntas.

Ademais dun control dixital de temperatura, o usuario pode configurar o tempo que tarda en entrar en modo repouso e en modo hibernación. Cando se coloca o lapis (elemento no cal se introduce o cartucho) no soporte da estación actívase o modo repouso (despois de esperar o retardo configurado) e a temperatura da punta descende até o valor fixado polo usuario. Se o lapis descansa un período elevado de tempo no soporte (a configurar polo usuario) a estación entra en modo hibernación, é dicir, non fornece enerxía ao cartucho e este descende a súa temperatura até a ambiente.

Esta estación tamén incorpora un soporte para o cambio rápido de cartucho, mesmo cando este está quente, e un set para a limpeza das puntas. Destaca tamén por incluír unha conexión USB (Universal Serial Bus) para conectar a estación a un computador, podendo deste xeito configurar a mesma usando un software subministrado polo fabricante, ademais de poder realizar un seguimento do proceso de soldadura como, por exemplo, a variación da temperatura durante este proceso.

4. Método para realizares unha correcta soldadura

Para realizar unha boa soldadura é preciso seguir unha serie de pasos que se detallan a continuación e que se amosan graficamente na Fig. 12.

- Preparar as partes a soldar. No caso dos cables e fíos consistirá no pelado e estañado. No caso de patillas de compoñentes consistirá na súa limpeza e dobrado para a súa inserción en regretas ou PCBs.
- O soldador deberá chegar á temperatura adecuada. Nos soldadores sen control sobre a temperatura da punta, para verificar isto, deixarase o mesmo conectado durante uns minutos e achegaráselle o fío de estaño á punta. Se este fúndese inmediatamente significa que esta listo.
- Achegar a punta do soldador á unión de ambas as pezas, co fin de caldealas; mantelo así durante uns segundos. É conveniente que a punta do soldador teña un pouco de estaño, pois facilita a transmisión de calor.
- Transcorrido ese tempo, achegar o fío de estaño á zona de contacto do soldador coas pezas que se van soldar (pero nunca á punta do soldador), comprobando que o estaño se funde e repártese uniformemente polas zonas caldeadas.
- Cando se crea que é suficiente o estaño achegado, retíralo, mantendo o soldador uns segundos.
- Manter as pezas inmóbiles até que o estaño arrefriase, non debendo soprar a soldadura para acelerar o proceso, pois só se conseguiría un arrefriado prematuro que daría como resultado unha soldadura fría (explícase a continuación), mate e, en definitiva, defectuosa.

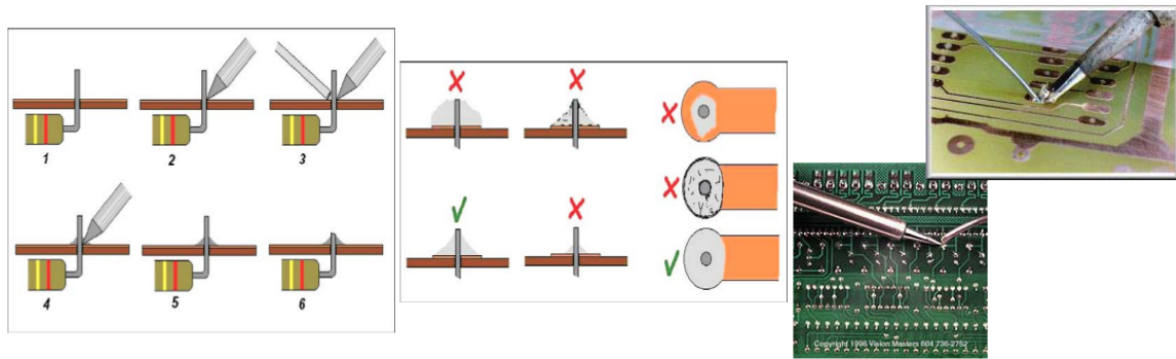


Figura 12: Proceso para realizar una buena soldadura.

- Comprobar que a soldadura queda brillante, sen poros e cóncava. No caso de que calquera destas condicións non se cumprisen, limpar de estaño as pezas e volver comezar o proceso.
- Se existise exceso de estaño, retíralo cun extractor de estaño.

Hai que facer notar que son varios os defectos que poden darse nunha soldadura (Fig. 13), pero calquera deles estará relacionado cunha ou varias das seguintes cuestións:

1. Cantidad de calor fornecida no proceso de soldadura.
2. Cantidad de estaño achegado á soldadura.
3. Limpeza dos elementos a soldar.
4. Tamaño dos pads de soldadura (área onde se realiza a soldadura).

Así, referente á cantidade de calor fornecida no proceso de soldadura teremos como defectos a soldadura fría (achegouse pouca cantidade de calor e o estaño non se fundiu ben) e a soldadura requemada ou pasada (demasiada cantidade de calor).

Tanto un tipo de defecto como outro provocan unha mala unión eléctrica e mecánica dos elementos soldados. A soldadura fría evítase, por unha banda deixando o tempo necesario para que o soldador alcance a temperatura de traballo e, doutra banda, quentando con este tanto o pad de soldadura como a patilla do compoñente. Non esquecer que o soldador debe permanecer uns instantes na soldadura tras aplicar o estaño. A soldadura requemada evítase non prolongando demasiado o proceso de soldadura.

Engadir que sempre será preciso empregar o menor tempo posible no proceso de soldadura, de xeito que non exceda certos límites de temperatura sobre o compoñente. Tamén facer notar que os circuítos impresos están preparados para soportar as altas temperaturas necesarias para realizar as soldaduras, pero debe aplicarse o soldador un tempo prudencial e non se debe empurrar o compoñente cando o circuítu impreso está moi quente, se non poderíase levantar a lámina condutora do circuítu impreso e soltarse facilmente do resto do circuítu orixinando unha avaría.

A limpeza das partes a soldar é fundamental para poder realizar soldaduras de calidade. Pero, ademais, hai que procurar non ensuciar as partes limpas tocando innecesariamente cos dedos os elementos a soldar. A limpeza da punta do soldador é tamén moi importante.



Figura 13: Diferentes defectos nunha soldadura.

Para realizar unha soldadura correcta esta debe estar perfectamente limpa, sen restos da soldadura anterior, polo que hai que manter sempre a punta limpa usando os accesorios para tal fin. Por último, o tamaño dos pads de soldadura é decisivo para realizar unha soldadura correcta. En concreto, un pad demasiado pequeno dificulta enormemente a soldadura e mesmo pode facela imposible, podendo ser precisa a axuda dun microscopio para realizar a soldadura, sempre que se dispoña dunha punta adecuada.

A continuación coméntanse algúns trucos e consellos que poden resultar útiles:

- Colocar o compoñente a soldar á altura desexada respecto da placa antes de soldalo. Calquera retoque posterior da altura precisará refundir o estaño das soldaduras, o que provocará que unha soldadura defectuosa a pesar de ser unha soldadura correcta.
- Non mover o compoñente que se está soldando até que o estaño non estea totalmente solidificado. De non facelo así, terase unha soldadura con moi altas posibilidades de fallo do tipo máis desquiciante, o fallo intermitente.
- Ás veces pode facernos falta unha “terceira man” cando estamos soldando. Existen soportes específicos e pinzas para fixar os compoñentes a soldar, que mesmo poden incluír unha lupa.
- Se a esponxa do soporte do soldador non é suficiente para limpar adecuadamente a súa punta e non dispomos de pedra de limpeza, pódese usar unha folla de papel dobrada varias veces para tal fin. Para iso fregaremos enerxicamente co papel a punta do soldador, en quente, e seguidamente engadirémoslle estaño. Tras isto débese retirar o estaño engadido coa esponxa do soporte.

Para finalizar comentar que, para realizar a desoldadura, primeiro quéntase o estaño a ser absorbido cun soldador e achégase un pouco de estaño novo para que axude a unha distribución da calor máis rápida. Logo colócase o extractor sobre a zona e aspírase o estaño. Este proceso pode ter que levarse a cabo máis dunha vez até deixar ao terminal limpo. Pode ocorrer que sexa preciso rematar de desprender o terminal co soldador debido a que queden pequenas cantidades de estaño que non saian, pero sempre con coidado de non levantar e romper as pistas das PCBs.



Figura 14: Extractor de humos de mesa.

5. Recomendacións e medidas de seguridade

A continuación expóñense recomendacións xerais para o uso un soldador e medidas de seguridade a ter unha conta:

- Manter a zona de traballo ben ventilada. Os vapores resultantes da soldadura son nocivos para a saúde, polo que é recomendable usar un extractor de fumes (Fig.14).
- Non mollar o aparello nin usalo en ambientes húmidos.
- Non tocar a punta do soldador mentres estea quente, xa que pode alcanzar temperaturas moi elevadas.
- Non empregar o soldador en presenza de gas ou materiais inflamables, nin en ambientes nos que haxa perigo de incendio ou explosión.
- O uso de lentes debe ser obrigatorio dado que é habitual que en determinadas situacións (por exemplo ao limpar a punta) salte estaño cara á cara do usuario.

Como mantemento básico do soldador é conveniente extraer periodicamente a punta (cando o soldador estea frío) e limpar os residuos da resistencia que evitan a correcta distribución de calor cara á punta. Nas estacións de soldadura que empregan cartuchos isto non é preciso. Para a limpeza das puntas, empregar a esponxa húmida que teñen os soportes. É preciso empregar só auga desionizada para humedecer a esponxa, xa que se se emprega auga normal é moi probable que a punta se ensucie cos sales disoltos existentes na auga.