

Tin- en fluxspetters bij soldeerverbindingen

door D. Nederveen

Van de heer D. Nederveen, Emmen, ontvingen wij deze interessante bijdrage over soldeertechniek. Het is geschreven naar aanleiding van de langdurige discussie over dit onderwerp op de F.T.-„soldeerdag“ te Amsterdam op 14 december 1967.

Inleiding

Bij het maken van soldeerverbindingen in elektronische apparaten eist men in eerste instantie een betrouwbare soldeerverbinding. Dit is zonder meer mogelijk met een goede soldeerbout, goed soldeer, goed soldeerbare delen en een juiste soldeertechniek. Tijdens het solderen ontstaan echter nevenverschijnselen die de betrouwbaarheid van het totale apparaat kunnen schaden.

Hoe men ook soldeert, altijd heeft men te maken met een zeer snelle opwarming van het soldeer. Tijdens deze „warmte-explosie“ zal de harskern in het soldeer smelten, koken en gedeeltelijk verdampen. Het is mogelijk dat hierdoor fluxen tinspetters weggeslingerd worden, en in de omgeving terecht komen. Fluxspetters kunnen vroeg of laat op schakelcontacten terecht komen en de stroomdoorgang belemmeren.

Tinspetters kunnen bij gedrukte schakelingen tussen de printsporen komen en kortsluiting veroorzaken.

De werkelijke oorzaak van dit spetter-effect ligt dieper dan uit de gesuggereerde „warmte-explosie“ is af te leiden. In het volgende is daarom getracht door beredene-

ring de oorzaak of oorzaken te vinden, zo mogelijk ondersteund door meetresultaten.

Het ontstaan van tinspetters

Indien men een reeks soldeerverbindingen maakt van een draadverbinding in een gedrukte schakeling zullen drie dingen opvallen:

1. tinspetters komen tamelijk weinig voor (ca. 5 tinspetters per 100 soldeerpunten).
2. het al of niet spetteren lijkt erg wisselvallig.
3. de meeste (of alle) spetters ontstaan op het moment dat de boutpunt weer weggetrokken wordt.

Ad 1 en 2: Indien tinspetters veelvuldig en regelmatig voorkwamen, had de oorzaak ongecompliceerd moeten zijn; dus óf verkeerd soldeer, óf een verkeerde soldeertechniek.

Hoewel beproevingen op allerlei objecten kunnen worden uitgevoerd is voor de duidelijkheid uitgegaan van gedrukte schakelingen met koperen „spots“ met een diameter van 3 mm. In het gat van 1,3 mm is een blank vertinde montagedraad gestoken welke nagenoeg plat tegen het printspoor is gebogen (zie fig. 1a).

Na circa 1 seconde soldeertijd is het gehele punt bedekt met soldeer. Een gedeelte van het soldeer is opgekropen tegen de soldeer-

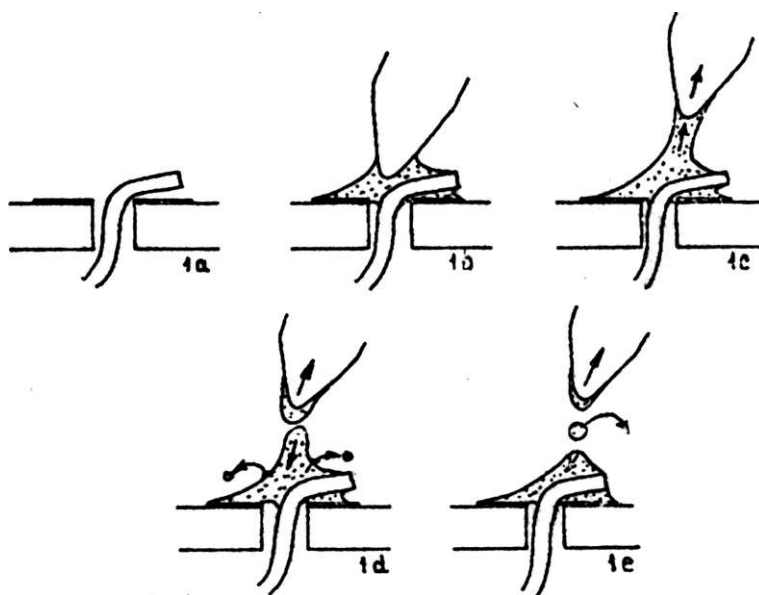


fig.1

bout. Om het soldeerpunt bevinden zich de uitgewerkte fluxresten (zie fig. 1b).

De boutpunt wordt met een bepaalde snelheid omhooggetrokken en veroorzaakt een kolom van gesmolten soldeer tussen bout en soldeerverbinding. De oppervlaktespanning van het soldeer verzet zich tegen deze uitrekking en zal een breuk van de soldeerwand tegen houden (zie fig. 1c).

Wanneer en waar de breuk zal ontstaan hangt dus o.a. af van de oppervlaktespanning. Bij een enkele breuk (fig. 1d) breekt de kolom op één plaats door. De staande kolom van soldeer zal door zijn eigen gewicht en door de oppervlaktespanning snel naar de soldeerverbinding worden getrokken. Bij zeer hoge snelheid is het mogelijk dat door deze kolom een krater slaat, waardoor omringend tin wordt weggeslingerd.

Alleen filmopnamen kunnen aantonen of dit de werkelijke oorzaak van het spetteren is. Mogelijk zijn de *kleinere* tinspetters afkomstig van dit effect.

Een meer aannemelijke reden is dat de spetteren ontstaan wanneer een meervoudige breuk ontstaat. (Fig. 1e). De vrijgemaakte druppel heeft namelijk een omhooggerichte snelheid en volgt als het ware de verdwijnende boutpunt. Kennelijk is de verdwijnende boutpunt de oorzaak van het ontstaan van tinspetters. Een simpele vergelijkingsproef toont dan ook duidelijk de correlatie tussen de verdwijnsnelheid van de boutpunt en de kans tot optreden van tindruppels.

De gebruikte hoeveelheid soldeer

Uit het voorgaande is af te leiden dat de boutpunt uit een tinrijke verbinding meer tin kan meesleuren dan uit een mager gesoldeerde verbinding. Dit blijkt ook het geval te zijn als men identieke punten soldeert met toenemende hoeveelheden soldeer. Zie grafiek I.

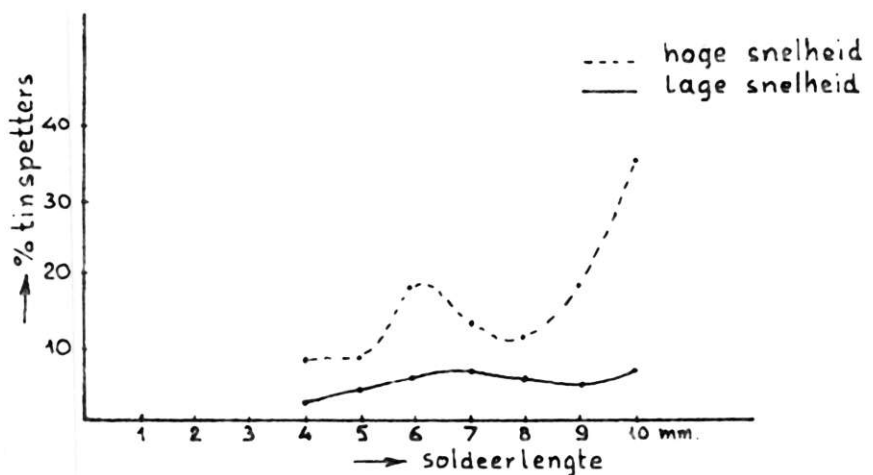
Bij ieder soldeerpunt wordt een afgepaste lengte harskernsoldeer gelegd en 1 seconde verhit met een soldeerbout van 100 watt en 340° C. Het aantal tinspetters wordt geteld en uitgedrukt in procenten van het aantal soldeerverbindingen.

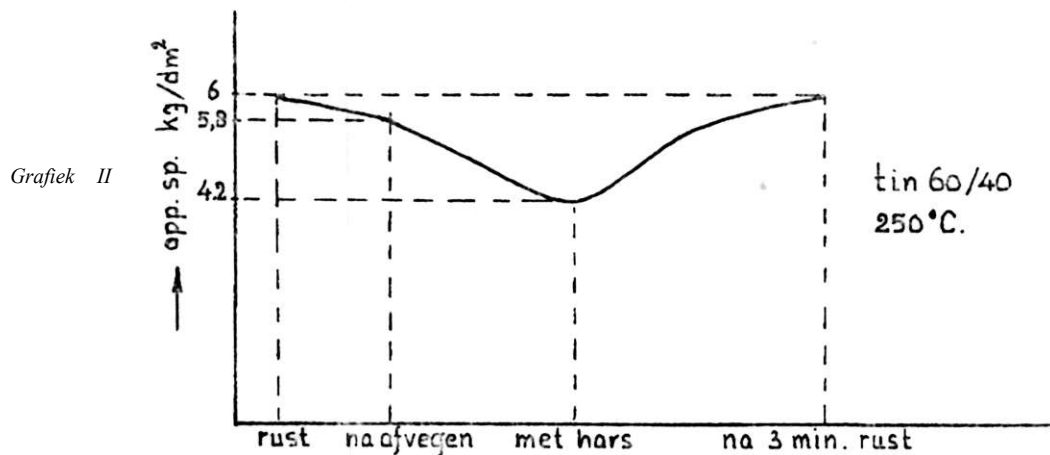
Conclusies uit grafiek I:

- Bij grotere hoeveelheden tin is de kans op tinspetters groter.
- De meeste tinspetters ontstaan als de bout snel wordt weggetrokken (voor het verkrijgen van eerlijke conclusies zal men dus bij een verder onderzoek de verdwijnsnelheid goed moeten beheersen).

Uit de grafiek blijkt nog een opmerkelijk verschijnsel. Boven een soldeerlengte van 7 mm neemt de kans op tinspetters weer enigszins af. Dit gebied is minder interessant want de gebruikte soldeerhoeveelheid is voor normale verbindingen aan de hoge kant. Een verklaring voor dit verschijnsel kan

Grafiek I





worden gevonden indien men het verloop van de oppervlaktespanning nader bekijkt. Een soldeerbad met tin 60/40 bij een temperatuur van 250° C zal in rust een bepaalde oxydatielaag bezitten. De oppervlaktespanning bedraagt ca. 6 kg/dm². Zodra men de oxydatielaag wegveegt, zal de oppervlaktespanning enigszins dalen (zie grafiek II).

De grootste daling ontstaat echter indien men de oppervlakte met colofoniumhars behandelt. Na enige tijd is de hars uitgewerkt, de oxydatie wordt weer zichtbaar en de oppervlaktespanning stijgt. Het verloop van de oppervlaktespanning is ook goed te zien indien men een begrensde druppel soldeer bestrijkt met flux (zie fig. 2). Door de flux is de oppervlaktespanning laag en dus ook de neiging tot druppelvorming. De druppel zal uitzakken. Zodra de flux uitgewerkt is stijgt de oppervlaktespanning dus ook de neiging tot druppelvorming.

Bij het toepassen van een afgepaste hoeveelheid soldeer is de oppervlaktespanning niet alleen afhankelijk van de momentele activiteit, doch ook van de plaats waar de flux zich bevindt. Bij weinig soldeer zal de tijdelijke menging van flux en soldeer een andere verhouding hebben dan bij veel soldeer. Bij veel soldeer heeft de flux meer de neiging weg te stromen, waardoor een tinrijk soldeerpunt tijdelijk relatief arm is aan flux. In de grafiek I gebeurt dit kennelijk bij 7 mm soldeer. Flux-armed soldeer betekent een hogere oppervlaktespanning op het mo-

ment dat de bout het soldeer verlaat. Er zal dus een hogere tinkolom opgetrokken worden. Indien de neiging tot een meervoudige breuk aanwezig is zal de zwakste plaats sneller verzwakt worden door de hogere oppervlaktespanning. De kans op een meervoudige breuk neemt dus af. Boven 9 mm ontstaat weer een verdere stijging. Deze stijging is beter te verklaren als men zich realiseert dat de boutpunt hoger omsloten is door tin en dus meer mee kan sleuren. Vergelijk fig. 3a en 3b.

De invloed van de soldeertijd

Bovenstaande verklaring geeft aan dat bij een hoge oppervlaktespanning er minder tinspetters ontstaan. Een eenvoudige proef laat zien dat verbrand soldeer weinig neiging vertoont tot spetteren. Vergelijk slechts 2 soldeerpunten met veel soldeer gesoldeerd, met soldeertijden van resp. 1 en 5 seconden. Bij een lang verhitte punt is het moeilijk om spetters te veroorzaken, hoe snel men de bout ook wegneemt.

De invloed van de soldeermethode

In tabel I zijn 3 methoden weergegeven.

Methode A: Het soldeer wordt op de soldeerplaats gelegd, evenwijdig aan de montagedraad (fig. 4). De bout wordt 1 seconde op het soldeer geplaatst; tijdens het wegzakken raakt de punt zowel het

printspoor als de montagedraad. Dus eerst het Tin daarna de Bout; afgekort T/B.

Methode B: Het soldeer en de boutpunt raken gelijktijdig gedurende 1 sec. de ruimte tussen spoor en montagedraad (methode T+B) Zie fig. 5.

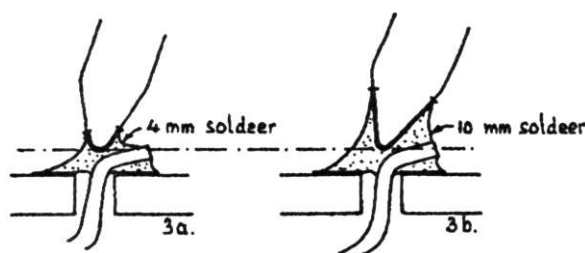
Methode C: De verbinding wordt eerst opgewarmd. Na 1 seconde wordt tin toegevoerd op het raakpunt bout/spoor. Na 1 seconde vloeitijd wordt de bout weggenomen (methode B/T) zie fig. 6.

Tabel I:

methode	TB	T+B	B/T
tinspetters in procenten van het aantal soldeerpunten	13 %	14 %	18 %
fluxspetters in procenten van het aantal soldeerpunten	21 %	22 %	12 %

De warmtestoot zal bij methode T/B en T+B het grootst zijn.

Kennelijk heeft deze warmte-explosie niets te maken met het ontstaan van tinspetters, want bij een meer gematigde opwarming van het soldeerpunt (B/T) neemt het aantal tinspetters juist toe. Bij methode B/T wordt het tin niet plotseling toegevoerd doch a.h.w. ingeschoven in de soldeerplaats. Het laatst ingeschoven deel bevat flux welke slechts een onderdeel van de soldeertijd mee doet. Deze vrij actieve rest geeft het punt een lage oppervlaktespanning op het moment dat de boutpunt verdwijnt en daardoor meer kans op tinspetters (18%).



Tabel III:

soldeersoort	fluxspetters	tinspetters
60/40 „Engeland"	11	1,2
60/40 „koperhoudend, Duitsland"	6	1,8
55/45 „Nederland"	6	1,2
60/40 „koperhoudend, Engeland"	5,8	1
60/40 „Nederland"	4,7	1,5
60/40 „koperhoudend, Duitsland"	3,7	0,2

Tabel II:

flux	tin
dun vloeibaar lage opp.sp. laag s.g. neiging tot uitvloeien kookt en ver- dampt kan zuur of vocht bevatten	dikker vloeibaar hoge opp.sp. hoog s.g. neiging tot druppelvorming weinig damp

Uit tabel I blijkt al het tegengestelde gedrag van flux en tin. Het begrip „warmte-explosie" is kennelijk meer van toepassing op het fluxgedrag dan op het gedrag van tin. Men zou geneigd zijn om dus voor methode B/T te kiezen (12 % fluxspetters) doch over het algemeen is een fluxspetter minder gevaarlijk dan een tinspetter. In een vorig artikel *) is tevens voldoende uiteengezet wat de overige bezwaren zijn van methode B/T.

Het verminderen van fluxspetters

Voor een goede betrouwbaarheid verdient methode T/B de voorkeur. Uit tabel II is af te leiden dat het verminderen van fluxspetters mogelijk is door een juiste keuze van fluxsoort en fluxkwaliteit (verdampingssnelheid en vochtinsluiting).

De ideale toestand zou bereikt worden als men geen flux toepaste. Enkele fabrikanten zijn inmiddels overgegaan op fluxarme soldeersoorten. Men zal echter moeten woekeren met deze flux en snel en effectief moeten solderen (methode T/B).

De fluxkeuze

In tabel III zijn enkele soldeersoorten vergeleken. De hiermede gemaakte soldeerverbindingen zijn onder gelijke omstandigheden uitgevoerd. Er bestaan wel degelijk kwaliteitsverschillen tussen de diverse soldeersoorten. Veel tinspetters houdt niet in dat er ook veel fluxspetters op zullen treden.

Het ontstaan van fluxspetters

Principieel mag men bij het zoeken naar een verklaring de fluxspetters niet op één lijn plaatsen met tinspetters. Bij de soldeertemperatuur hebben beiden sterk afwijkende eigenschappen. Zie tabel II.

Samenvatting van de conclusies voor het voorkomen van tinspetters en voor het verminderen van fluxspetters:

- trek de boutpunt rustig weg uit het soldeerpunt.
- gebruik niet meer tin dan nodig dan nodig is.
- soldeer niet al te kort (ca. 1 tot 1½ sec.)
- gebruik methode T/B: eerst tin, dan bout.
- gebruik een goede kwaliteit soldeer.
- gebruik een fluxarme soldeer soort.

*) „Optimale soldeertechniek", D. Nedeveen; Mikroniek No. 2, 1968.