

# Optimale soldeertechniek in de elektronische industrie

D. Nederveen.

## Inleiding

In de elektronische industrie wordt veelvuldig gebruik gemaakt van elektronische componenten welke op de een of andere wijze elektrisch en mechanisch aan elkaar verbonden moeten worden. De ontwerper stelt dat deze verbindingen een grote mate van betrouwbaarheid moeten hebben.

- a) de overgangsweerstand moet minimaal zijn. Bij stroomdoorgang zal daardoor het spanningsverlies in de verbinding laag blijven.  
Bij zware stroombelasting is dit zelfs een dwingende eis om overmatige warmte-ontwikkeling in de verbinding te voorkomen.
- b) de mechanische sterkte moet maximaal zijn. Het ideaal zou bereikt zijn, als bij mechanische overbelasting de aansluitdraden van de onderdelen breken, terwijl de eigenlijke verbinding onbeschadigd blijft. Deze situatie kan bij zachtsoldeer slechts benaderd worden als de sterkte van het soldeer en de hechting aan de metalen delen optimaal zijn.
- c) de gewenste betrouwbaarheid zal nog aanwezig moeten zijn na een bepaalde levensduur en/of beproevingsduur. Men denke aan beschadigingen ten gevolge van corrosie, inter-kristallijne corrosie, trillingen en schokken of een constante mechanische belasting.

Fundamenteel kan men stellen dat aan bovengenoemde eisen pas vol-

daan wordt als men de soldeerbout voldoende lang op de te solderen verbinding houdt. Solderen met een lage temperatuur is onverbrekkelijk verbonden met een lange soldeertijd.

Niet alleen de ontwerper stelt zijn eisen doch ook de fabrikage-sector. Zij zoekt juist naar korte soldeertijden en het is haar taak om de gunstigste tijd te vinden, zonder dat de betrouwbaarheid gevaar loopt.

Het maken van soldeerverbindingen met een soldeerbout is een subtiële aangelegenheid. Er zijn legio mogelijkheden waarom een bepaalde verbinding een soldeerprobleem kan oproepen. Discussies over mogelijke oorzaken zijn veelal vruchteloos omdat men moeilijk een snel inzicht kan krijgen in de veelheid van fout-mogelijkheden.

Enkele kernvragen zijn ongetwijfeld:

- Hoe is de ideale soldeerbout?
- Hoe is de ideale soldeerstift?
- Wat is de ideale soldeertijd?
- Wat is de ideale soldeertemperatuur?
- Wat is de beste soldeermethode?

Men kan, wat de laatste vraag betreft, geen antwoord vinden bij de vakman welke dagelijks de soldeerbout hanteert. Iedere vakman heeft immers zijn eigen methode waarmee hij heeft leren werken. Dank zij kleine handigheidjes heeft hij zelfs een goed tempo kunnen bereiken.

## Onderzoekmethode

Een juist antwoord zal alleen gevonden kunnen worden door metingen. Om greep op deze problemen te krijgen zal men dus een meetmethode moeten vinden welke bruikbare getallen geeft. Een visuele methode is ongeschikt daar men slechts de oppervlakte van een soldeerpunt ziet en niet de eigenlijke metallische overgang. Een simpele trekproef geeft alleen indicaties tussen goed of slecht; een meer verfijnd onderscheid is niet mogelijk. Een microscopisch onderzoek van doorgesneden lassen geeft wel een goede indruk van het inwendige, doch een waardering van de sterkte is niet mogelijk. Een bruikbare methode is echter gevonden door bij het meten gebruik te maken van gedrukte schakelingen, waarvan de kopersporen voorzien zijn van galvanisch opgebracht goud. In figuur 1 is een doorsnede weergegeven van een gedrukte schakeling met vergulde sporen. Indien men met tin 60/40 een soldeerverbinding op de goudlaag maakt, zal deze verbinding van nature onbetrouwbaar zijn<sup>1)</sup>. De hechting van tinsoldeer op goud is namelijk uitzonderlijk slecht. Tijdens het solderen zal het goud echter oplossen in het soldeer totdat de koperen ondergrond vrij-

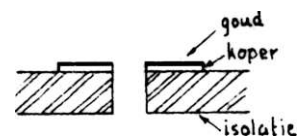
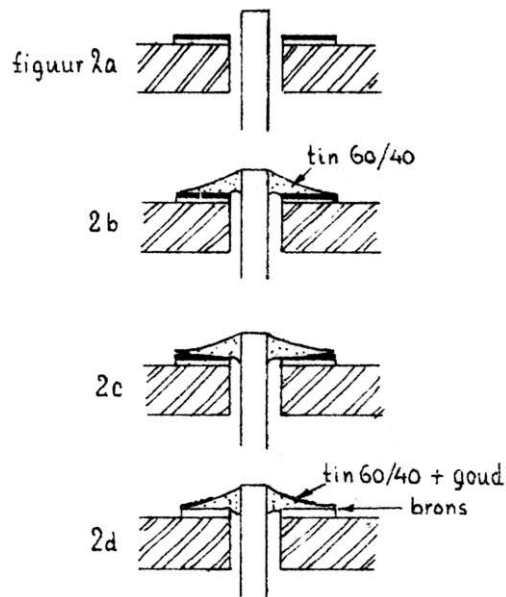


fig. 1



komt. Pas dan is legering mogelijk van het soldeer met koper en ontstaat een sterke bronslaag. (Het tin is inmiddels vergiftigd door het opgeloste goud en is mechanisch van een slechte kwaliteit geworden.)

Bij het solderen zijn de factoren tijd en temperatuur van belang. Dit geldt ook voor de snelheid waarmee goud oplost in het soldeer.

In figuur 2a is in het gat van de gedrukte schakeling een metalen pen aangebracht. Na een korte, respectievelijk koude soldeerbewerking heeft de las de vorm volgens figuur 2b. Uitwendig lijkt de verbinding goed en wordt ook door controle-afdelingen als goed geaccepteerd.

Na een langere, respectievelijk warmere soldeerbewerking is het goud gedeeltelijk opgelost. Plaatse-lijk ontstaat bronsvorming waardoor de verbinding enige sterkte verkrijgt (fig. 2c).

Een zeer kort moment later zijn de laatste goudresten opgelost en heeft de verbinding zijn optimale sterkte verkregen, zij het dan met vergiftigd soldeer (fig. 2d).

Concluderend kan men zeggen dat de sterkte dus afhangt van de snelheid waarmee het goud is opgelost; m.a.w. de sterkte hangt af van de factoren temperatuur en tijd.

#### **Uitvoering van de metingen**

Bij het onderzoek is uitgegaan van gedrukte schakelingen met gelijke goudlaagdikten. De soldeerbaarheid van het vergulde oppervlak (spreidingssnelheid van het sol-

deer) is van alle platen gemeten. Per plaat zijn ca. 100 soldeerverbindingen gemaakt volgens diverse methoden. De soldeerbewerkingen zijn uitgevoerd door proefpersonen met enige jaren praktijkervaring. Daarbij heeft elke proefpersoon zijn eigen soldeerbout en soldeermethode toegepast zonder beïnvloeding van buiten.

De ingesoldeerde pennen zijn vervolgens door torderen losgedraaid van de goudlaag, hetgeen bij een minimale wringkracht reeds mogelijk is. Alleen bij een volledig opgeloste goudlaag is de verbinding zo sterk dat er een scheur door het soldeer ontstaat of dat de pen breekt.

Het aantal „verkeerd” gebroken soldeerpunten (slip over de goudlaag) is uitgedrukt in een afkeurpercentage.

#### **Gebruikte soldeerbouten**

*Bout A:* Vermogen = 70 Watt. De soldeerstift is lang en stomp.

*Bout B:* Vermogen = 70 Watt. De soldeerstift is kort en spits.

*Bout C:* Vermogen = 90 Watt. De soldeerstift is lang en spits.

*Bout D:* Vermogen = 90 Watt. De soldeerstift is kort en stomp.

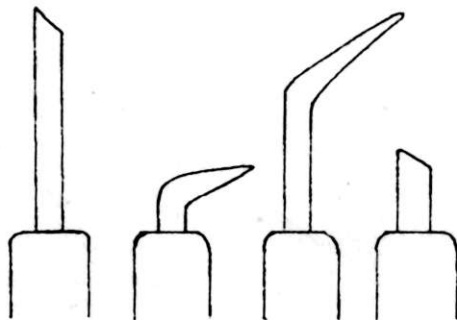
De toegepaste soldeer-methoden zijn geanalyseerd waarbij vooral gelet is op de manier waarop tin en goud op de soldeerplaats tezamen komen. Het aantal mogelijkheden is groot, doch zij zijn alle varianten van twee basismethoden.

#### **Methode B/T:**

Hierbij wordt het printspoor en/of onderdeel verhit door de bout. Gelijktijdig of direct daaropvolgend wordt tin toegevoerd.

#### **Methode T/B:**

Het soldeer wordt op de soldeerplaats gelegd. Vervolgens wordt de boutstift op het soldeer gedrukt. In grafiek I is horizontaal de gebruikte soldeermethode uitgezet. De volgorde is zodanig uitgezet dat naar rechts de methoden staan met een afnemend afkeurpercentage. De proeven zijn herhaald door dezelfde proefpersonen met methode T/B. De resultaten uit deze metingen zijn minder be-



Voorbeeld van de gebruikte soldeerboutpunten.

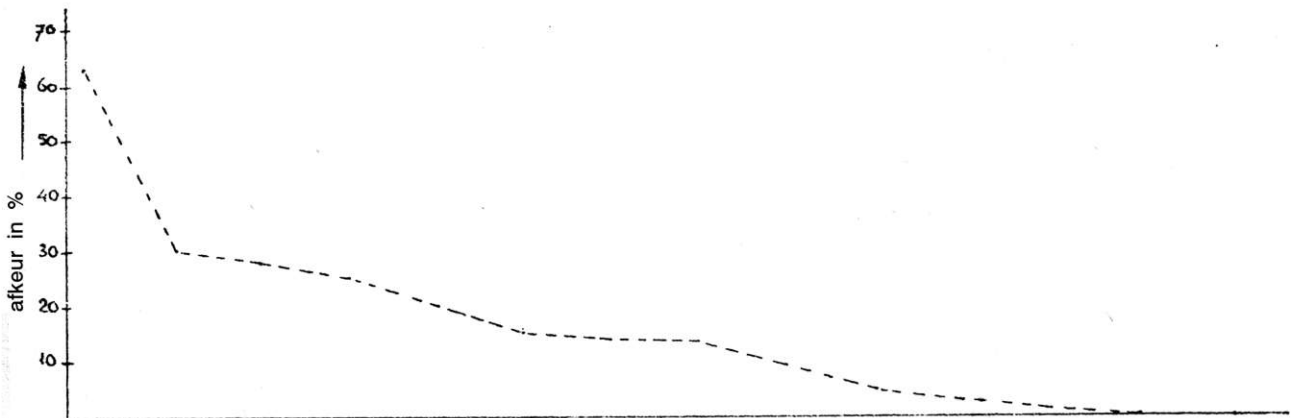
trouwbaar omdat de proefpersonen herhaaldelijk terugvielen op hun oude methoden, of al soldeerende een tussenvorm wilden toepassen. De met \*) gemerkte waarden geven hierdoor een relatief te hoog afkeurpercentage. De proefpersonen zijn in de tabel P1, P2, P3 en P4 genoemd. Zij gebruikten verschillende soldeertijden, welke onderling nog verschilden. Proefpersoon Px bezat weinig praktijkervaring en heeft exact 1 seconde soldeertijd gebruikt met

methode T/B zonder varianten.<sup>2)</sup> De tabel maakt de volgende conclusies mogelijk:

- a) De meetmethode is bruikbaar om conclusies te kunnen trekken omdat:
- de gevonden resultaten verklaarbaar zijn.
  - de resultaten geen twijfel overlaten. (Of er ontstaat slip of de pen breekt. Een tussenvorm komt niet voor.)

— een slechte methode een hoog, en dus bruikbaar getal oplevert (max. 62,5 % afkeur).

- b) Het toepassen van goud op gedrukte schakelingen geeft geen kwaliteitsverbetering, doch veroorzaakt een grote onbetrouwbaarheid van de soldeerverbinding.
- c) Het overschakelen van geroutineerde monteurs op een andere soldeermethode is een probleem apart.



methodenr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
proefpersoon	P1	P1	P1	P2	P3	P1	P3	P3	P1	P2	P2	P4	P2	P2	Px
bout	A	A	A	B	C	A	C	C	A	B	B	D	B	B	D
vermogen	70	70	70	70	90	70	90	90	70	70	70	90	70	70	90
min. sold. tijd			0,8		1,0		0,8		1,0				3,6	2,4	
gem. sold. tijd	2,4			7,4	1,4		1,7	3,5	1,7	5,1	4,2	3,4	5,5	5,0	
max. sold. tijd			2,6		2,0		2,4		2,4				11,4	10,8	
exacte tijd		1				1									1
methode	B/T	T/B*	T/B*	B/T	T/B*	T/B*	T/B*	B/T	T/B*	B/T	B/T	B/T	T/B*	T/B*	T/B
soldeersoort	60/40	60/40	60/40	60/40	zilv.	zilv.	zilv.	zilv.	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40
toevoeging	—	—	flux	—	—	—	flux	—	—	flux	—	—	flux	—	—
afkeur in %	62,5	30	27,9	25,2	20,5	15	14	13,8	9,1	4,7	2,3	1,1	0	0	0

beter soldeerbare  
print dan nr. 4

- d) Het toepassen van een laagje soldeerhars beïnvloedt het solderen ongunstig. Er is immers extra tijd/warmte nodig om de flux laag te smelten. Vergelijk methode 10/11 en 13/14. Methode 5/6 is in tegenspraak, doch de proefpersoon had duidelijk omschakelingsmoeilikheden met de toepassing van methode T/B.
- e) Het gebruik van zilverhoudend soldeer (1,2 tot 1,5% zilver) lijkt zinvol. Vergelijk methode 2/6. Kennelijk is de oplosbaarheid van goud in zilverhoudend soldeer groter dan in tin 60/40.
- f) Met een toenemende gemiddelde soldeertijd neemt ook het verschil tussen de minimum en maximum tijd toe. Vergelijk methode 3/5/7/9 met 13/14. Uit economische overwegingen is een lange soldeertijd ongewenst, terwijl een variabele soldeertijd arbeidstechnisch bezwaarlijk is.
- g) De vorm van de stift moet kort zijn. De tabel geeft een duidelijk verloop te zien van bout A (slecht) naar bout B en D (goed), met het accent op D.
- h) Methode 15 geeft een duidelijke indicatie dat de methodekeuze een grote invloed heeft op de betrouwbaarheid. De kwaliteit is namelijk optimaal, zelfs in 1 seconde soldeertijd. Uiteraard speelt de boutstift ook een belangrijke rol. Het boutvermogen is 90 Watt hetgeen vrij hoog is voor gedrukte schakelingen, doch bij een hoog soldeertempo moet de bout een extra warmtecapaciteit

hebben om het dalen van de temperatuur tegen te gaan.

#### **Voor- en nadelen van beide methoden**

Methode B/T met een spitse bout.

Voordelen:

- a) De methode is geschikt voor moeilijk bereikbare punten. Hiermede is deze methode nog niet goedgepraat; een goed geconstrueerd apparaat heeft geen moeilijk bereikbare punten.
- b) Men kan de las zien tijdens het solderen en zonodig nog correcties aanbrengen door extra tin toe te voegen of door de bout te verplaatsen. (De noodzaak om de las te zien is twijfelachtig; het soldeer is zelf wijs genoeg en zal goed solderen op een goede ondergrond en slecht op een slechte ondergrond. Door de bout te verplaatsen verdoezelt men slecht soldeerbare verbindingen, Het soldeer vloeit namelijk volgens natuurlijke wetten, waar men niets aan kan veranderen. Men kan beter zorgen voor goed geconstrueerde en goed soldeerbare delen).

Nadelen

- a) De harde soldeerstift heeft een slecht warmtecontact met de ondergrond. De delen worden langzaam verhit en gaan al oxyderen. Pas nadat het soldeer toegevoegd wordt, is de warmteoverdracht sneller. Inmiddels is de flux gedeeltelijk uitgewerkt en moeten meer oxyden verwijderd worden dan nodig was.

Methode T/B met een stompe bout.

Voordelen:

- a) De soldeerplaats wordt snel doorgewarmd door een gesmolten tinplas. De harskern wordt door de warmte-explosie alzijdig weggedrukt en heeft nog zijn optimale agressiviteit. De mening dat de warmte-overdracht door de hars plaatsvindt is onjuist; hars is immers een slechte warmtegeleider ten opzichte van soldeer (metaal).
- b) De gehele soldeerbewerking vereist minder vakmanschap. In 1 seconde moet de verbinding goed zijn. Lukt dit niet in de gestelde tijd, dan zijn er andere oorzaken o.a.:
- de bout is te koud.
  - het printspoor of de onderdelen zijn slecht soldeerbaar.
  - het printgat is te groot t.o.v. de aansluitdraden.

Nadelen:

- a) De dosering van het tin vereist enige vaardigheid. De juiste dosering kan gevonden worden door de soldeerdraad voldoende ver over de soldeerplaats te leggen en niet door naschuiven tijdens het solderen.
- b) De boutstift ontleemt het gezicht op het soldeerpunt, doch het is beter onzichtbaar een goede verbinding te maken, dan met een goed overzicht een onbetrouwbare verbinding.

#### **Literatuur-referenties:**

- 1) Nederveen. D. Soldeerbaarheid van gedrukte schakelingen. Fijntechniek, nov. 1964 pag. 171-186.
- 2) Dr. Laubmeyer. Die industrielle Löt-Sekunde.