



**Πανεπιστήμιο Κύπρου**  
**Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών**  
**Υπολογιστών**

**Βασικές Οδηγίες Κασσιτεροκόλλησης**

**Δρ. Κωνσταντίνος Πίτρης**

Λευκωσία, 2010

© 2010 Κωνσταντίνος Πίτρης,

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Απαγορεύεται η ολική ή μερική αναπαραγωγή του παρόντος κειμένου με ηλεκτρονικό, φωτοτυπικό ή οποιονδήποτε άλλο τρόπο χωρίς τη γραπτή άδεια του συγγραφέα.

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b> .....	<b>ΠΙ</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΒΑΣΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΚΟΛΛΗΣΗΣ</b> .....	<b>3</b>
ΟΔΗΓΙΕΣ.....	3
ΝΑ ΘΥΜΑΣΤΕ ΟΤΙ.....	4
ΟΔΗΓΟΣ ΒΗΜΑ ΜΕ ΒΗΜΑ.....	4
<b>ΒΑΣΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ</b> .....	<b>7</b>
ΟΔΗΓΟΣ ΒΗΜΑ ΜΕ ΒΗΜΑ.....	7
<b>ΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΩΝ ΚΑΚΩΝ ΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</b> .....	<b>9</b>



## Εισαγωγή

Η κασσιτεροκόλληση ανήκει στην κατηγορία των μαλακών συγκολλήσεων. Στις μαλακές συγκολλήσεις, η κόλληση (συγκολλητικό υλικό) λιώνει σε θερμοκρασίες κάτω των 500ο C. Στις μαλακές συγκολλήσεις βαρέων μετάλλων (χαλύβων, χαλκού, κραμάτων χαλκού ή ψευδαργύρου) ως κόλληση χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα η κασσιτεροκόλληση. Η κασσιτεροκόλληση είναι κράμα κασσίτερου (Sn) και μόλυβδου (Pb) σε διάφορες αναλογίες που σχετίζονται με τις εφαρμογές στις οποίες θα χρησιμοποιηθεί η κόλληση. Στις περισσότερες περιπτώσεις κασσιτεροκόλλησης, στη σύνθεσή τους περιέχεται και μικρή ποσότητα αντιμονίου (Sb). Το ποσοστό αντιμονίου στις κασσιτεροκολλήσεις αρχίζει από 0,5% και φτάνει μέχρι και 3,3%. Η παρουσία του αντιμονίου αυξάνει τη σκληρότητα και την αντοχή της. Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συγκολλητικών υλικών (κολλήσεων) για μαλακές συγκολλήσεις.

Τυπικές μαλακές συγκολλήσεις των βαρέων μετάλλων				
Συμβολισμός κατά ISO-3677	Θερμοκρασία Τήξης (°C)	Τυπικές εφαρμογές	<i>Επεξήγηση του συμβολισμού των μαλακών κολλήσεων κατά ISO-3677</i>	
S-Sn90Pb9Sb	219	Συγκόλληση αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προηγείται πάντα το γράμμα S</li> <li>• Ακολουθεί παύλα(-) και μετά τα σύμβολα των στοιχείων, με τα αντίστοιχα ποσοστά τους %, κατά σειρά ύψους περιεκτικότητας και με πιθανή απόκλιση <math>\pm 1\%</math>. Στο τελευταίο στοιχείο δεν αναγράφεται το ποσοστό του.</li> <li>• Στοιχεία που δεν έχουν λειτουργικό ρόλο (ακαθαρσίες), δεν αναφέρονται.</li> <li>• Το(E) σημαίνει υλικό κατάλληλο και για ηλεκτρικές εφαρμογές.</li> </ul> <p><b>Παράδειγμα:</b> Το S-Pb92Sn8Sb έχει <math>\pi(\text{Pb})\approx 92\%</math>, <math>\pi(\text{Sn})\approx 8\%</math> και πολύ μικρή <math>\pi(\text{Sb})</math>, π.χ. <math>\pi(\text{Sb}) = 0,5\%</math></p>	
S-Sn60Pb37Sb(E)	185	Ηλεκτρονική, Ηλεκτρολογία		
S-Sn50Pb47Sb	200	Κόλληση γενικής χρήσης		
S-Pb57Sn40Sb	223	Λεπτές συγκολλήσεις, κόλληση μικρών αντικειμένων		
S-Pb68Sn30Sb	249	Υδραυλικές εργασίες (χαλκοσωλήνες κτλ.)		
S-Pb73Sn25Sb	257	Αντικείμενα από μόλυβδο(φρεάτια, μολυβδοσωλήνες κτλ.)		
S-Pb92Sn8Sb	305	Εργασίες φανοποιίας		
S-Pb99	320	Για ασθενείς συγκολλήσεις		
Sn = κασσίτερος, Pb = μόλυβδος, Sb = αντιμόνιο				

**Προσοχή:** Επειδή οι ενώσεις του μολύβδου (Pb) είναι δηλητηριώδεις, οι κασσιτεροκολλήσεις που περιέχουν στη σύνθεσή τους μόλυβδο πάνω από 10%, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συγκολλήσεις μεταλλικών αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τροφές (σκεύη κουζίνας, κονσέρβες κτλ.) ή με πόσιμο νερό.

Οι κασσιτεροκολλήσεις δε δίνουν συγκολλήσεις με αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις. Γι' αυτό και χρησιμοποιούνται, κατά κανόνα, για να εξασφαλιστεί η στεγανότητα μιας κατασκευής, παρά για μεταφορά δυνάμεων.

Τα κολλητήρια που χρησιμοποιούνται στις μαλακές συγκολλήσεις διακρίνονται στα κολλητήρια που θερμαίνονται με φλόγα και στα ηλεκτρικά. Αποτελούνται από την κεφαλή, τη λαβή και τη σιδερένια ράβδο που συνδέει την κεφαλή με τη λαβή χειρισμού του κολλητηριού. Η κεφαλή των κολλητηριών είναι κατασκευασμένη από χαλκό, γιατί ο χαλκός, όπως είναι γνωστό, παρουσιάζει μεγάλο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Δηλαδή αποθηκεύει μεγάλο ποσό θερμότητας κατά τη θέρμανσή του, την οποία, στη συνέχεια, μεταφέρει στις προς συγκόλληση επιφάνειες και στην κόλληση, για να θερμανθούν και να πραγματοποιηθεί η συγκόλληση. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα της κεφαλής του κολλητηριού, τόσο μεγαλύτερο ποσό θερμότητας αποθηκεύει και τόσο περισσότερες κολλήσεις μπορεί να πραγματοποιήσει.



Σχήμα 1

Η κεφαλή του κολλητηριού και, ειδικά, η μύτη του θα πρέπει να καθαρίζεται συχνά από τα οξειδία που σχηματίζονται κατά τις συγκολλήσεις. Κατά τον καθαρισμό του κολλητηριού προηγείται θέρμανση της κεφαλής του και ακολουθεί ο μηχανικός και χημικός του καθαρισμός. Ο μηχανικός καθαρισμός γίνεται με λιμάρισμα της μύτης του κολλητηριού με μια ψιλόδοτη λίμα (Σχήμα 1Α). Ακολουθεί ο χημικός του καθαρισμός, που συνίσταται στο τρίψιμο της θερμής μύτης του κολλητηριού πάνω σε νισαντήρι (αμμωνιακό άλας). Το νισαντήρι είναι ένα καθαριστικό υλικό σε στερεά μορφή και χρησιμοποιείται για το χημικό καθαρισμό του κολλητηριού. Συνήθως, αμέσως μετά το χημικό καθαρισμό, ακολουθεί επικασσιτέρωση (γάνωμα) της μύτης του κολλητηριού, για να διευκολύνεται η μεταφορά της κόλλησης στις θέσεις των συγκολλούμενων επιφανειών (Σχήμα 1Β). Η μύτη πρέπει να διατηρείται πάντοτε καθαρή με τη βοήθεια ενός βρεγμένου σφουγγαριού (Σχήμα 1Γ).

**Προσοχή:** Κατά τον καθαρισμό του κολλητηριού σε νισαντήρι, εκλύονται επικίνδυνα αέρια, η εισπνοή των οποίων θα πρέπει να αποφεύγεται.

## Βασικός Οδηγός Κασσιτεροκόλλησης

Η κασσιτεροκόλληση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και στοιχείων είναι μια λεπτή διαδικασία που απαιτεί δεξιοτεχνία και μαθαίνεται μόνο με εξάσκηση. Επιτυχημένη κασσιτεροκόλληση σημαίνει και επιτυχημένα πρωτότυπα κυκλωμάτων και το αντίθετο οδηγεί σε επιπλοκές κατά τη διάρκεια της σχεδίασης και ελέγχου μιας νέας συσκευής με χαμένο κόστος και χρόνο. Οι οδηγίες που ακολουθούν θα σας βοηθήσουν στην εκμάθηση του σωστού τρόπου κασσιτεροκόλλησης έτσι ώστε να αποφύγετε την απογοήτευση των αποτυχημένων κυκλωμάτων.

### Οδηγίες

- Πριν αρχίσετε τη διαδικασία βεβαιωθείτε ότι η μύτη του κολλητηριού είναι απόλυτα καθαρή. Χρησιμοποιείστε μια λεπτή λίμα, αν χρειάζεται να απομακρυνθούν ακαθαρσίες που έχουν εναποτεθεί στη μύτη.
- Η μύτη πρέπει να καθαρίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της κόλλησης έτσι ώστε να μην χρειάζεται συχνή χρήση της λίμας. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα υγρό σφουγγαράκι ή σύρμα κουζίνας. Τρίβοντας τη μύτη σε αυτό περιοδικά τη διατηρεί καθαρή. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε ειδική πάστα.
- Η μύτη του κολλητηριού πρέπει να είναι αρκετά μυτερή ώστε να φτάνει στα πιο μικρά σημεία του κυκλώματος αλλά αρκετά αμβλεία ώστε να μεταφέρεται αρκετή θερμότητα στο σημείο της κόλλησης.
- Δουλεύετε πάντοτε σε καθαρή και επίπεδη επιφάνεια, κατά προτίμηση πυρίμαχη.
- Βεβαιωθείτε ότι η θερμοκρασία του κολλητηριού είναι αρκετά ψηλή για το είδος της κόλλησης. (Συνήθως γύρω στους 200 °C.) Αν ο κασσίτερος δεν λιώνει αμέσως μόλις ακουμπήσει τη μύτη τότε οι κολλήσεις σας θα αποτύχουν.
- Πριν αρχίσετε να κολλάτε, επαλείψετε όλες τις πλευρές της μύτης με ένα λεπτό και ομοιόμορφο στρώμα κασσίτερου. Για να επιτύχετε αυτό, ακουμπήστε τον κασσίτερο στη μύτη και περιστρέψτε το κολλητήρι. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται επικασσιτέρωση ή γάνωμα. Πρέπει να επαναλαμβάνεται συχνά κατά τη διάρκεια της κασσιτεροκόλλησης.
- Βεβαιωθείτε ότι όλα τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιήσετε στη κόλληση είναι καθαρά. Σκόνες, γράσο ή οποιοδήποτε άλλο ξένο υλικό θα επηρεάσει τη δύναμη της κόλλησης. Καθαρίστε όλα τα υλικά, με λίμα ή γυαλόχαρτο αν υπάρχει μεγάλη διάβρωση.
- Όταν δεν χρησιμοποιείτε το κολλητήρι, τοποθετείτε το στην υποδοχή στην ειδική βάση. Μην το αφήνετε στο πάγκο με τη (θερμή!) μύτη εκτεθειμένη.
- Για να πετύχει η κόλληση πρέπει τόσο η μύτη του κολλητηριού όσο και το μέταλλο το οποίο θα κολλήσετε να είναι πολύ θερμά. Ακουμπάτε ολόκληρη τη μύτη του κολλητηριού (και όχι μόνο την αιχμή) ώστε να μεταδίδετε την περισσότερη δυνατή θερμότητα.
- Παρόλο που μπορεί να βρείτε και κασσίτερο σε ράβδους, για ηλεκτρολογικές κολλήσεις, ο κασσίτερος με ρητινέλαιο (rosin) στο κέντρο είναι πολύ καλύτερος. Μπορείτε επίσης να βρείτε και κασσίτερο με οξύ στο κέντρο αλλά αυτός χρησιμοποιείται κυρίως για πιο δύσκολα στη κόλληση μέταλλα, όπως π.χ. γαλβανομένο σίδηρο. Αν χρησιμοποιείτε κασσίτερο με οξύ, πρέπει να ξεπλύνετε τα μέταλλα μετά την κόλληση για να βεβαιωθείτε ότι δεν έχουν απομείνει ίχνη οξέως.

## Να θυμάστε ότι

1. Οι αρχάριοι στη κασσιτεροκόλληση τείνουν να χρησιμοποιούν υπερβολικές ποσότητες κασσίτερου και να θερμαίνουν τα μέταλλα περισσότερο από ότι χρειάζεται. (Υπερβολική θερμοκρασία μπορεί να καταστρέψει κάποια ηλεκτρονικά στοιχεία όπως ολοκληρωμένα κυκλώματα.)
2. Αν μετακινήσετε την κόλληση πριν στερεοποιηθεί ο κασσίτερος τα μέταλλα θα ξεκολλήσουν.
3. Ακαθαρσίες στη μύτη του κολλητηριού οδηγούν σε ανεπιτυχείς κολλήσεις.
4. Πρέπει πάντοτε να χρησιμοποιείτε το κατάλληλο κολλητήρι και την κατάλληλη μύτη για τα στοιχεία που θέλετε να κολλήσετε.
5. Ο λειωμένος κασσίτερος ρέει πάντα προς την πηγή της θερμότητας.

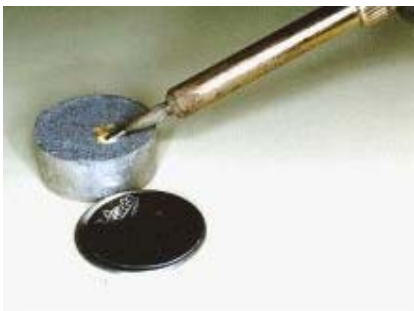
## Οδηγός Βήμα με Βήμα



Οι πλακέτες πρέπει να είναι καθαρές, ειδικά αν δεν είναι γανωμένες. Οι πλακέτες μπορούν να καθαριστούν με μια σκληρή γομολάστιχα.

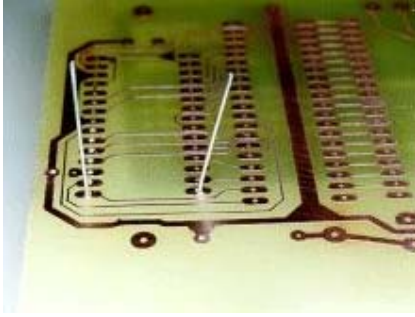


Καθαρίστε τη μύτη του κολλητηριού, με λίμα, αν υπάρχει διάβρωση, ή με βρεγμένο σφουγγαράκι. (Στην εικόνα βλέπετε το Concept 2100 Soldering Station.)

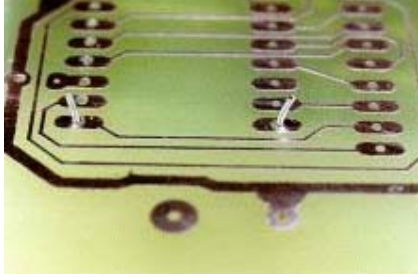


Επαλείψετε όλες τις πλευρές της μύτης με ένα λεπτό και ομοιόμορφο στρώμα κασσίτερου. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και την ειδική πάστα αν υπάρχει.

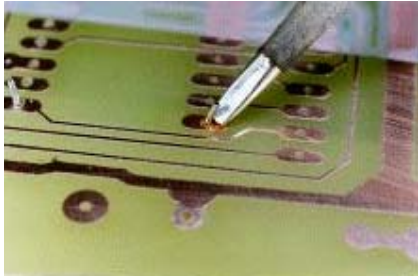




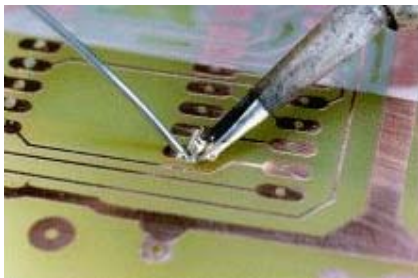
Τοποθετείστε τα άκρα του στοιχείου μέσα στις τρύπες της πλακέτας και ανοίξτε τα ελαφρά ώστε το στοιχείο να μην γλιστράει από τη θέση του.



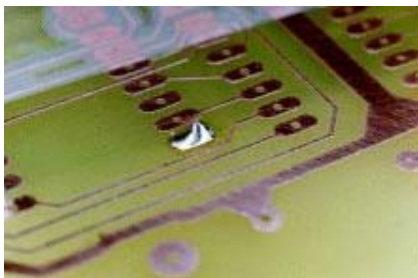
Είναι συνήθως καλύτερα να κόβετε τα άκρα του στοιχείου στο κατάλληλο μέγεθος πριν από την κόλληση. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγετε να μεταδώσετε μηχανικές δονήσεις στο στοιχείο.



Τοποθετήστε τη μύτη του κολλητηριού έτσι ώστε να ακουμπά και να θερμαίνει το άκρο του στοιχείου και το χαλκό της πλακέτας ταυτόχρονα.

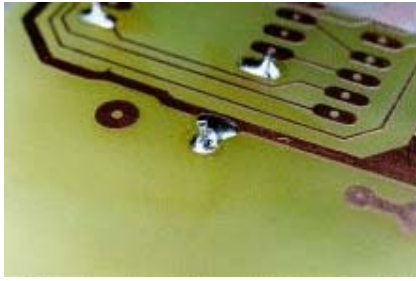


Ενώ συνεχίζετε να θερμαίνετε τα μέταλλα τοποθετήστε την άκρη του κασσίτερου έτσι ώστε μερικά χιλιοστά να λειώσουν πάνω στα μέταλλα. Αποσύρετε το κολλητήρι και αφήστε τον κασσίτερο να στερεοποιηθεί.

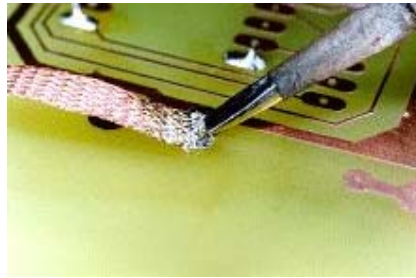


Σε μερικά δευτερόλεπτα η κόλληση θα είναι έτοιμη. Πρέπει να φαίνεται ομοιόμορφη και γυαλιστερή.

---



Στο κάτω μέρος της εικόνας βλέπετε μια κόλληση όπου ο κασσίτερος δεν έχει κολλήσει ομοιόμορφα αλλά έχει στερεοποιηθεί σε σφαιρίδια γύρω από το άκρο του στοιχείου.



Μπορείτε να ξεκολλήσετε μια κακή κόλληση επαναθερμαίνοντας την κόλληση και αφαιρώντας τον κασσίτερο είτε με αντλία είτε με το μεταλλικό δίκτυ. Πρέπει να είστε πολύ προσεκτικοί να ώστε να μην υπερθερμάνετε την πλακέτα ή τα στοιχεία.

---

All photos are Copyright © Alan Winstanley 1997. You may download them for personal use, or for training or educational purposes only. They may not be used on a commercial or sponsored web site without the prior permission of the author (conditions apply). If you wish to use these pictures for any commercial reasons, e.g. to enhance any commercial product, enframe in any external commercial web site or apply for any other commercial use, you must seek the author's prior approval first (email Alan Winstanley at [alan@epemag.demon.co.uk](mailto:alan@epemag.demon.co.uk)). Please enquire if you have similar macro photography assignments you would like to be undertaken.

## Βασικός Οδηγός Αποκόλλησης

Μερικές φορές είναι αναγκαία η αποκόλληση ηλεκτρικών στοιχείων από μια πλακέτα, είτε γιατί πρέπει να αντικατασταθούν είτε γιατί η αρχική κόλληση δεν ήταν αρκετά καλή. Η αποκόλληση δεν είναι εύκολη αλλά μπορείτε να τη μάθετε με εφαρμογή στην πράξη.

### Οδηγός Βήμα με Βήμα



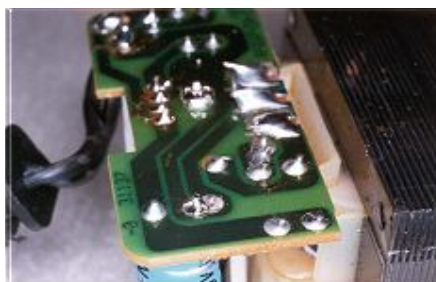
Στην εικόνα βλέπετε δύο κολλήσεις οι οποίες πρέπει να αφαιρεθούν ώστε να απομακρυνθεί ένα στοιχείο από την πλακέτα.



Αν θα χρησιμοποιήσετε την αντλία, τοποθετήστε τη μύτη του κολλητηριού στη κόλληση μέχρι να λειώσει (1-2 δευτερόλεπτα.) Πιέστε την αντλία ώστε να είναι έτοιμη να απορροφήσει τον κασσίτερο.



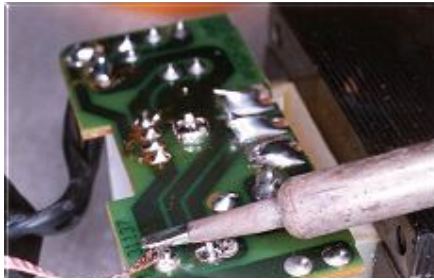
Τοποθετήστε το άνοιγμα της αντλίας δίπλα από το λειωμένο κασσίτερο και αναρροφήστε τον. Επαναλάβετε όσες φορές χρειάζεται για να αφαιρεθεί όλος ο κασσίτερος.



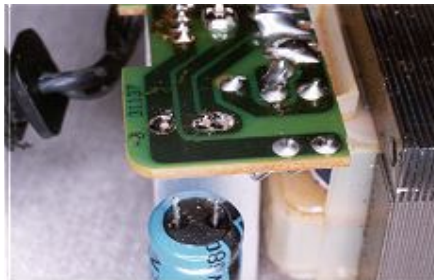
Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε το ειδικό σύρμα αποκόλλησης όπως φαίνεται στο παράδειγμα πιο κάτω, για το δεύτερο άκρο του στοιχείου.



Διαλέξτε ένα σύρμα κατάλληλου πάχους και φέρτε το σε επαφή με τον ΚΡΥΟ κασσίτερο. Πιέστε το σύρμα με τη μύτη του κολλητηριού.



Ο λειωμένος κασσίτερος θα μαζευτεί μέσα στο σύρμα αποκόλλησης. Προσέξτε ώστε να μην υπερθερμάνετε την πλακέτα και τα στοιχεία, να μην μεταφέρεται γραμμές κασσίτερου από την κόλληση σε άλλα σημεία της πλακέτας και να μην κολλήσετε το σύρμα στο στοιχείο!



Το ηλεκτρονικό στοιχείο μπορεί να αφαιρεθεί μετά την αποκόλληση. Μερικές φορές μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιήσετε μια μικρή πένσα. Αν το στοιχείο δεν αφαιρείται εύκολα τότε η αποκόλληση δεν έχει γίνει σωστά.



Στη φωτογραφία φαίνεται η πλακέτα μετά την αποκόλληση. Τώρα μπορείτε να προχωρήσετε σε κόλληση του νέου στοιχείου.

All photos are Copyright © Alan Winstanley 1997. You may download them for personal use, or for training or educational purposes only. They may not be used on a commercial or sponsored web site without the prior permission of the author (conditions apply). If you wish to use these pictures for any commercial reasons, e.g. to enhance any commercial product, enframe in any external commercial web site or apply for any other commercial use, you must seek the author's prior approval first (email Alan Winstanley at alan@epemag.demon.co.uk). Very high resolution photos with license for reproduction are also available on CD from the author, on payment of a royalty. Please enquire if you have similar macro photography assignments you would like to be quoted for and undertaken.

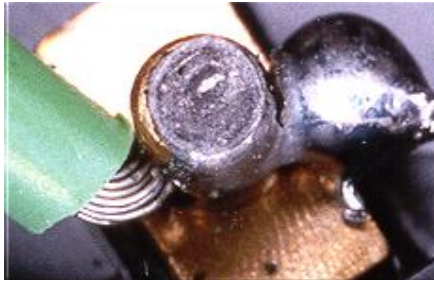
## Το Μουσείο των Κακών Κολλήσεων



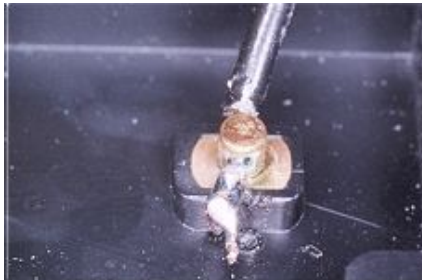
Ορίστε τι συμβαίνει όταν χρησιμοποιείται 10 φορές περισσότερο κασσίτερο από ότι χρειάζεται! Ακόμα όμως και αυτές οι τεράστιες ποσότητες κασσίτερου δεν μπορούν να περισώσουν μια κακή κόλληση όπως αυτή που βρίσκεται εντελώς στα αριστερά . (Δείτε πως ο κασσίτερος έχει μετατραπεί σε ένα σφαιρίδιο και δεν φαίνεται να έχει καλή επαφή με την πλακέτα.)



Οι πιο κάτω εικόνες δείχνουν κακές κολλήσεις από μια πηγή ενός περιφερικού για υπολογιστές! Παρατηρήστε πως ο κασσίτερος ΔΕΝ είναι κολλημένος στο τερματικό αλλά μόνο στο σύρμα.



Άλλη μια ένωση από την εν λόγω συσκευή που παρουσιάζει ένα μεγάλο ράγισμα στο σημείο της γείωσης.



Και τέλος, μια κακή κόλληση στο σημείο της γραμμής των 240 volt μπορεί να καταλήξει σε σπινθήρα, όπως σε αυτή την περίπτωση, και να ακόμα να κάψει και τη συσκευή!

All photos are Copyright © Alan Winstanley 1997. You may download them for personal use, or for training or educational purposes only. They may not be used on a commercial or sponsored web site without the prior permission of the author (conditions apply). If you wish to use these pictures for any commercial reasons, e.g. to enhance any commercial product, enframe in any external commercial web site or apply for any other commercial use, you must seek the author's prior approval first (email Alan Winstanley at alan@epemag.demon.co.uk). Very high resolution photos with license for reproduction are also available on CD from the author, on payment of a royalty. Please enquire if you have similar macro photography assignments you would like to be quoted for and undertaken.