

Płytki drukowane

m@v€K pud3£k0

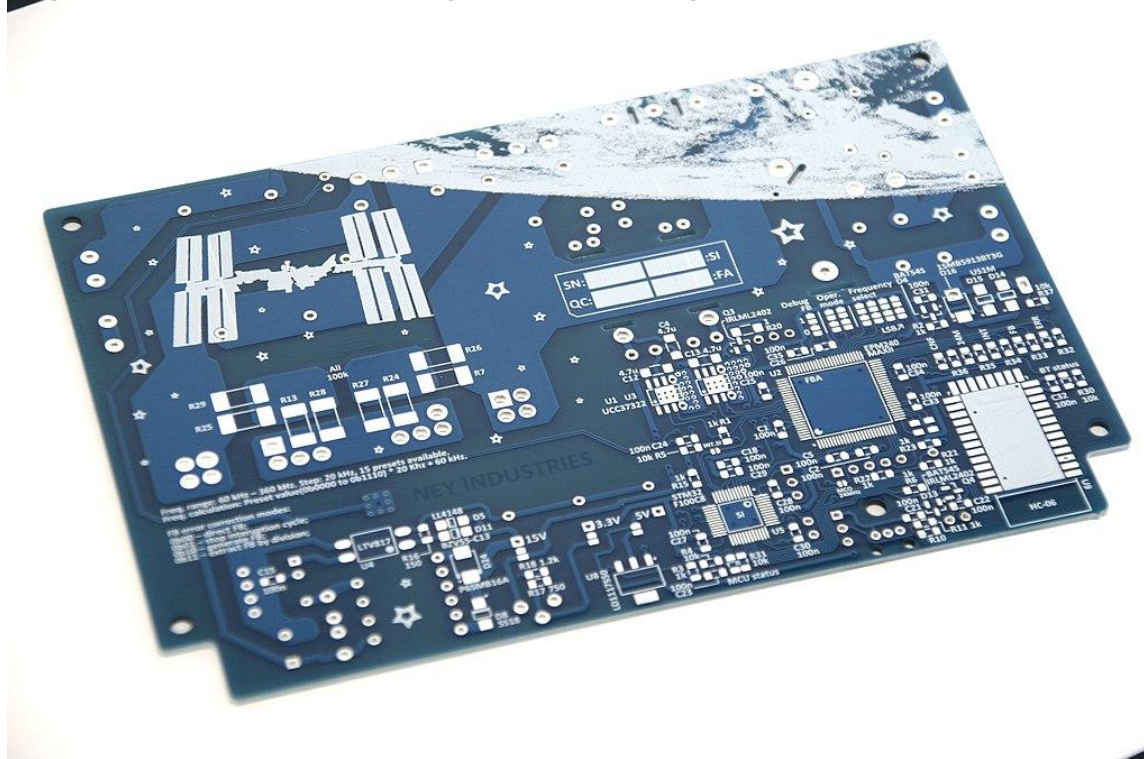
Urządzenia Techniki Komputerowej

Spis treści

- Definicja
- Historia płytek drukowanych
- Produkcja płytek drukowanych
- Montaż podzespołów
 - Montaż przewlekany
 - Montaż powierzchniowy
- Lutowanie przemysłowe
 - Na Fali
 - Bezdotykowe
- Budowa płytek drukowanych
 - Warstwy płyty głównej
- High Density Interconnect – HDI
- ELIC (Every Layer Interconnect)

Płytki drukowane

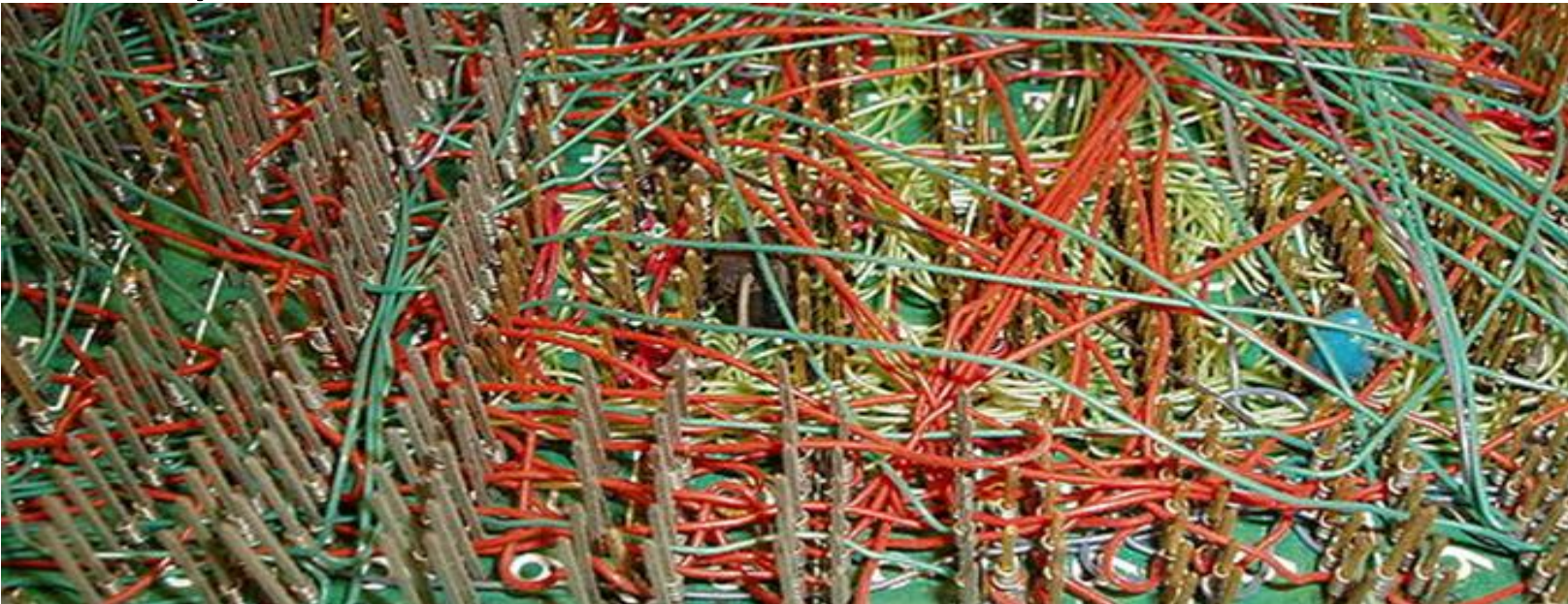
- To układ elektroniczny oparty na płytce laminatowej, zawierający połączenia elektroniczne i pola lutownicze do przylutowania podzespołów elektronicznych.



HISTORIA PŁYTEK DRUKOWANYCH

Połączenia punkt - punkt

- Pierwotnie połączenia elektryczne realizowano systemem każdy z każdym.
- Efektem była pajęczyna przewodów.
- Nieuporządkowana struktura powodowała trudności w zarządzaniu i naprawie urządzeń elektronicznych.
- Sprzęty miały spore rozmiary i wymagały użycia dużej ilości przewodów.



Patent Charlesa Ducasa

- Pierwsze obwody drukowane na podłożu zaczęto tworzyć po pierwszej wojnie światowej.
- W 1925 roku Charles Ducas uzyskał patent na ścieżki elektryczne nanoszone na nieprzewodzącym podłożu.

Dec. 1, 1925.

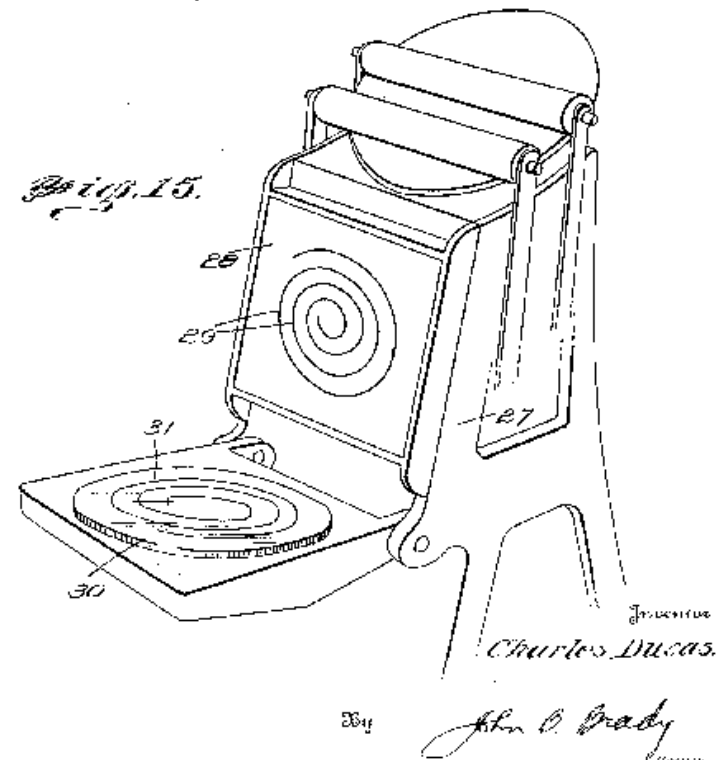
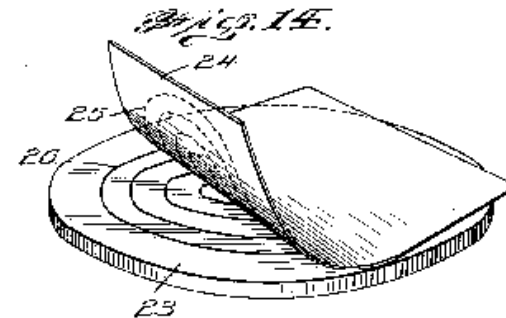
C. DUCAS

1,563,731

ELECTRICAL APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

Filed March 2, 1925

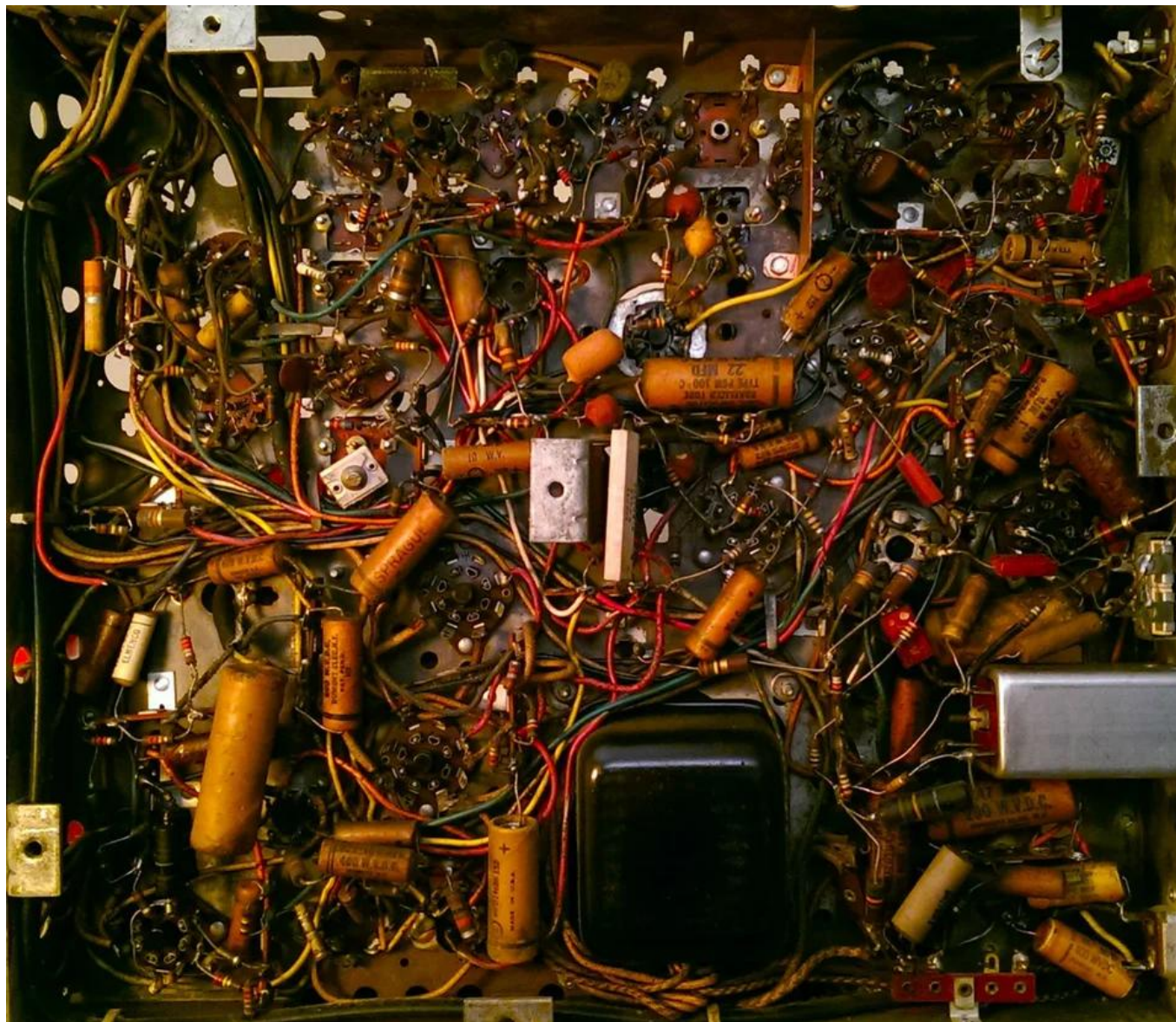
6 Sheets-Sheet 3



Antenaci PCB

- Wczesne układy wykorzystywały nieprzewodzące materiały jak bakelit, masonit a nawet płaskie płytki ze sklejki lub drewna.
- Podzespoły mocowano do płyt w wywierconych otworach, zatrzaskach lub przyklejano.
- Następnie łączono je przewodami.
- Efekt nie był zbyt elegancki, ale urządzenia pracowały dość dobrze.
- Nie było mowy o automatyzacji – lutowano je ręcznie.

Wnętrze starego telewizora



Paul Eisler

- Dopiero w 1943 roku austriacki inżynier Paul Eisler stworzył pierwszy realny obwód drukowany.
- Była to płyta sklejkowa pokryta powłoką miedzianą, na której trasowano ścieżki przewodzące.
- Eisler na emigracji w Anglii pracował w firmie Technograph, która zajmowała się produkcją systemów obronnych.
- Ideę obwodów drukowanych wykorzystano w sterowanych pociskach klasy ziemia – powietrze. Pociski używane były do zwalczania latających bomb V-1.
- Technologia znalazła potem zastosowanie przede wszystkim w sprzęcie lotniczym.
 - W USA wszystkie obwody elektroniczne stosowane w lotnictwie, od 1948 są wykonywane w technice PCB.

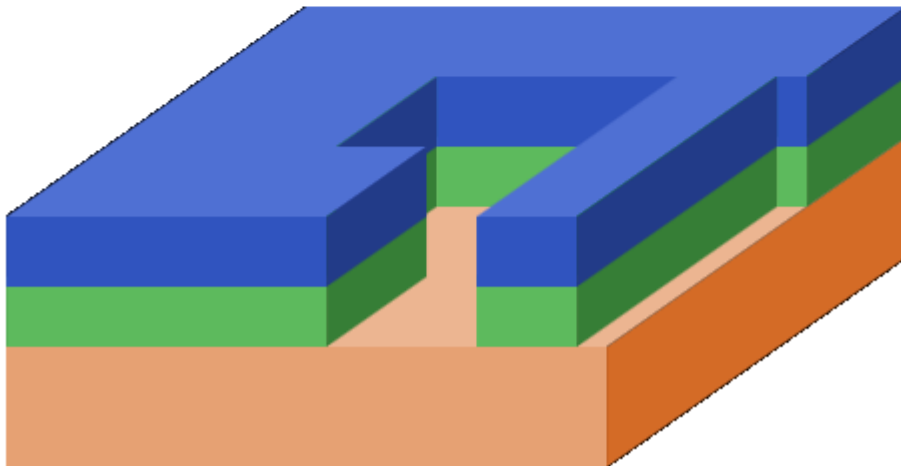
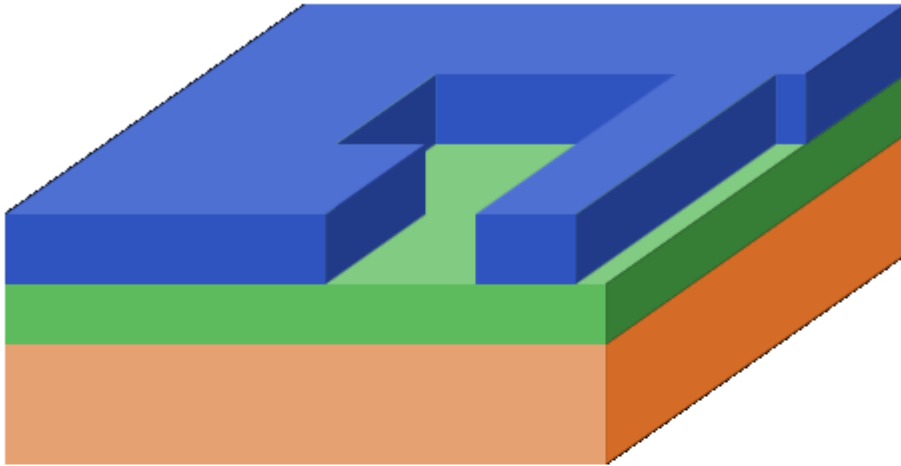
Pierwsze radio na PCB



Produkcja offsetowa

- W 1956 roku w USA wymyślono metodę przyspieszającą produkcję płytek PCB.
 1. Tworzono projekt ścieżek na płytce.
 2. Rysunek fotografowano na płycie cynkowej, by uzyskać negatyw.
 3. Przy pomocy techniki offsetowej przenosi się rysunek na płytkę pokrytą specjalnym laminatem światłoczułym.
 4. Powierzchnia była naświetlana promieniami UV lub światłem widzialnym. W miejscach niechronionych laminat jest utwardzony i odporny na wytrawiacz.
 5. Następnie płytka jest wytrawiana w odpowiednim roztworze. Miedź zostaje usunięta z niechronionych miejsc i zostaje tylko wzór ścieżek przewodzących.
- Ułatwieniem było umieszczanie komponentów elektronicznych po jednej stronie, a ścieżek przewodzących po drugiej. Dzięki temu łatwiej było projektować, produkować i montować układy elektroniczne.

Wytrawianie płytek stworzonych offsetem



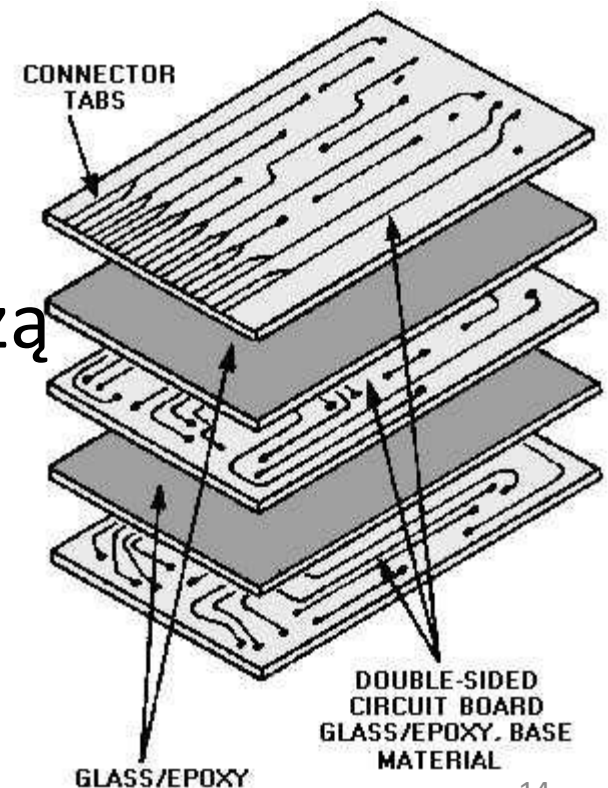
IPC

- W 1957 roku powstaje stowarzyszenie IPC (*The Institute of Printed Circuits*), czyli Instytut Obwodów Drukowanych.
- Uchwala standardy, koordynuje prac badawcze i produkcję układów PCB.



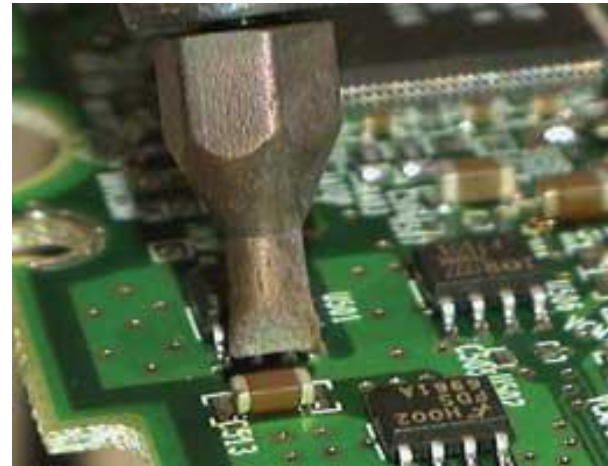
Układy wielowarstwowe

- W 1947 roku stworzono pierwszą płytkę drukowaną dwuwarstwową.
 - Po obydwu stronach były ścieżki i pola lutownicze dla elementów.
 - Połączone były poprzez otwory wywiercone w laminacie.
- W 1960 wyprodukowano pierwszą wielowarstwową płytkę PCB.
 - Miała ona 4 warstwy, co pozwalało na stworzenie skomplikowanych układów elektronicznych.



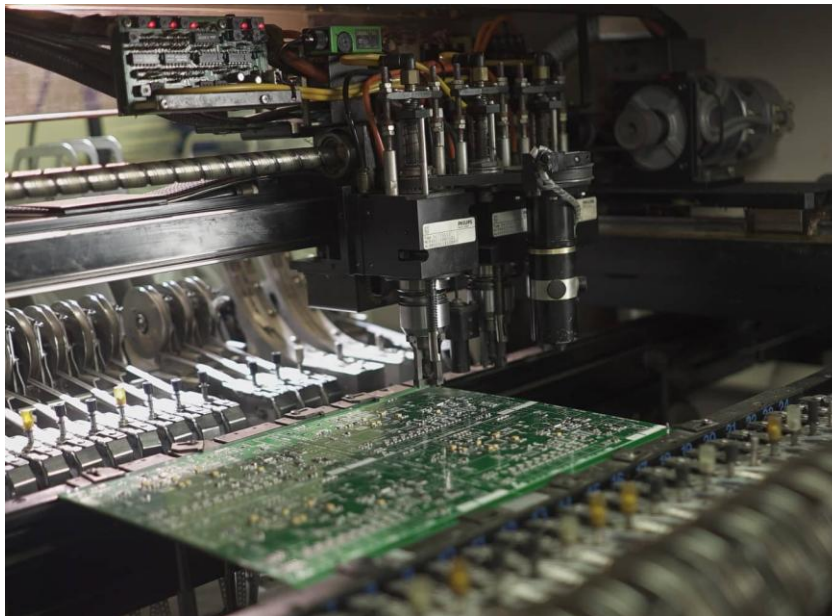
Lutowanie gorącym powietrzem

- W latach 70-tych wprowadzono w zakładach lutownice na gorące powietrze.
 - Nie trzeba było mieć bezpośredniego kontaktu lutownicy z powierzchnią płytki PCB.
- Pozwalało to na zautomatyzowanie procesu lutowania, jego przyspieszenie i obniżkę kosztów.
 - Lutowanie przejęły maszyny zamiast ludzi.



Montaż powierzchniowy

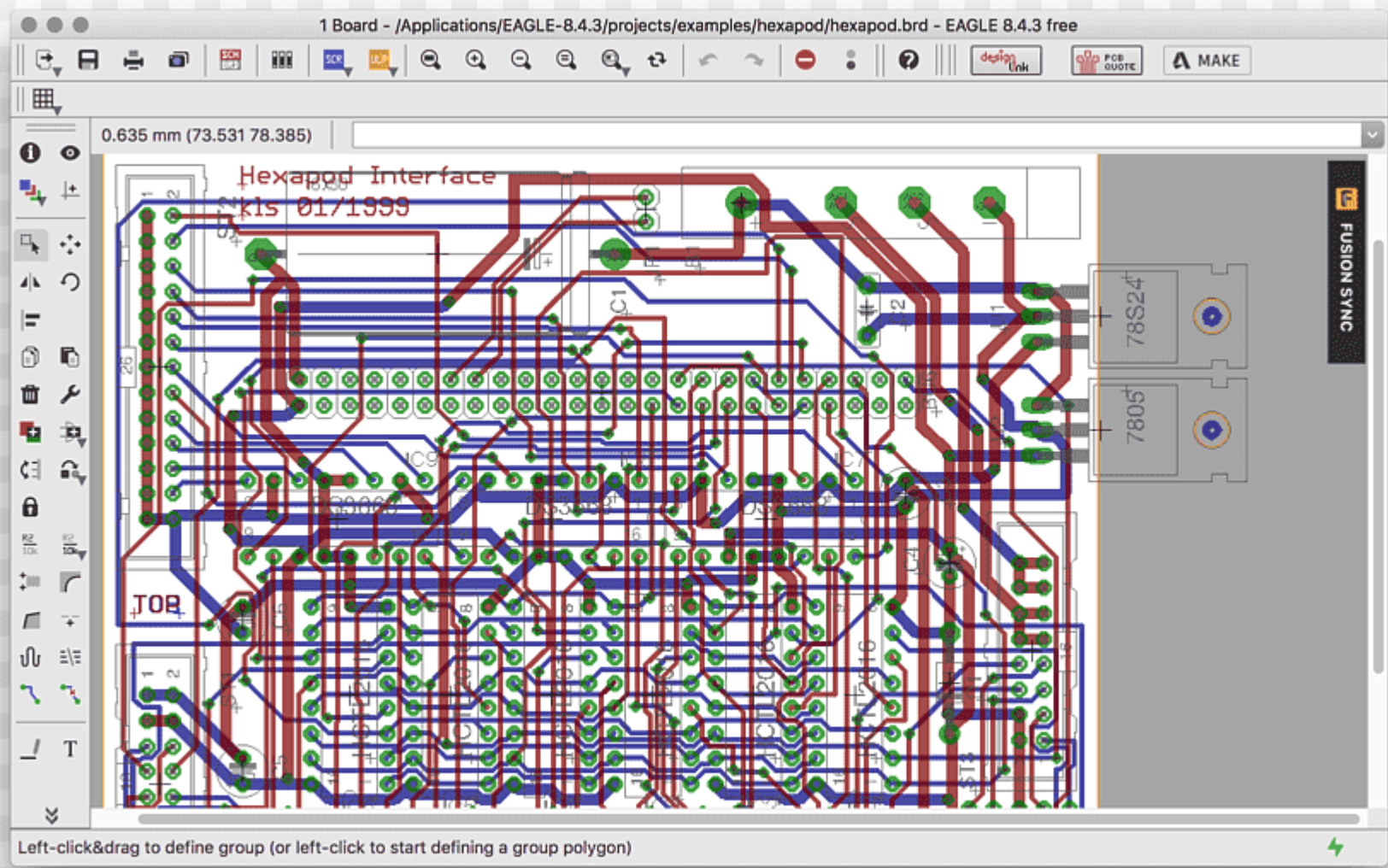
- Dekada lat 80-tych to czas, gdy popularny staje się montaż powierzchniowy.
 - Ułatwia automatyzację pracy, przyspiesza proces montaż i lutowania podzespołów na płytkach PCB.
 - Komponenty stają się mniejsze.



Oprogramowanie projektowe

- Długi czas obwody projektowano ręcznie. W latach 80-tych zaczęto rozwijać aplikacje wspomagające projektowanie.
- Były to narzędzia typu CAD (***Computer-aided design***).
- Pozwoliły na zaprojektowanie układu elektronicznego, przetestowanie go oraz stworzenie płytki drukowanej dla tego układu.
- Skróciły okres projektowania i tworzenia PCB.

Eagle CAD



Największa ilość warstw

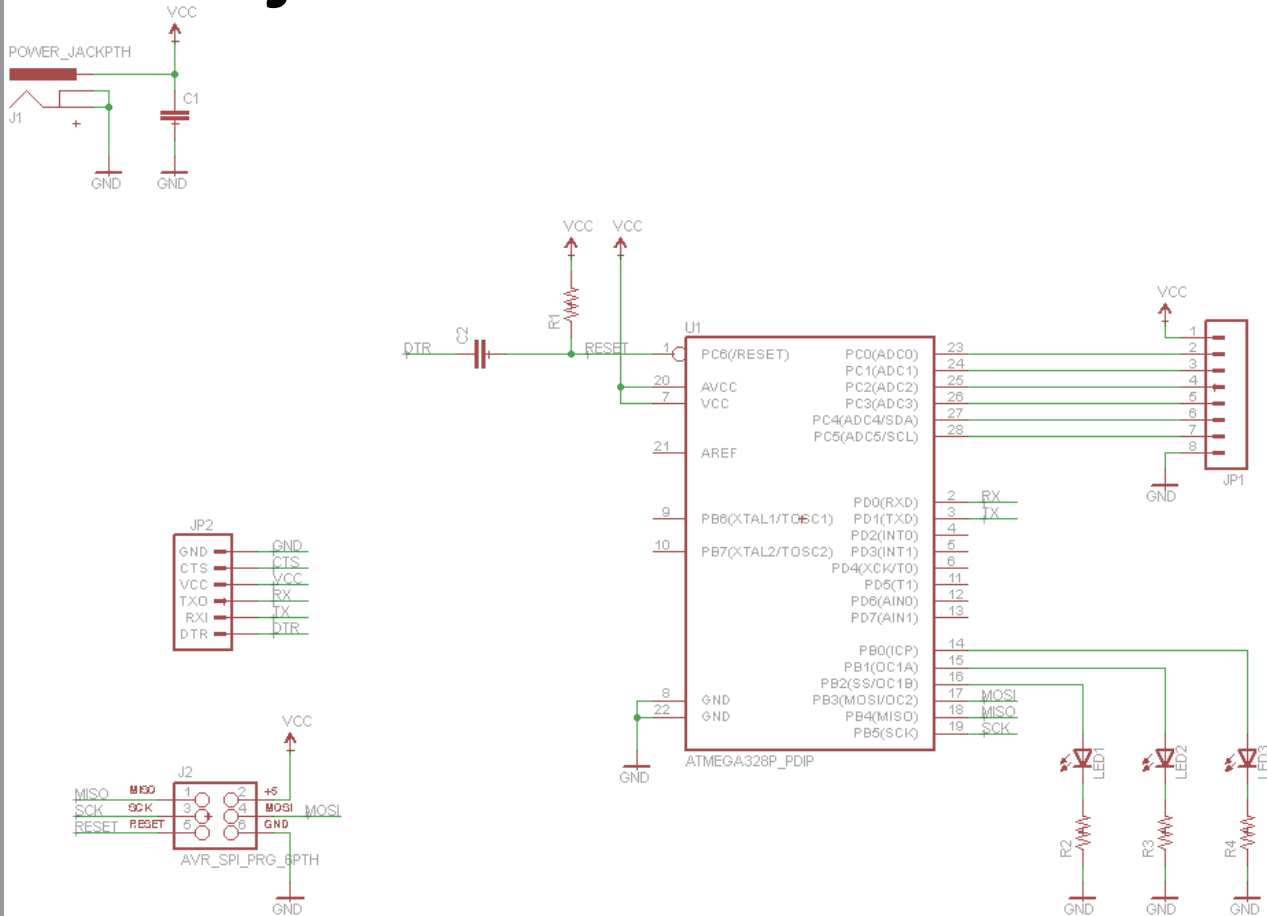
- Rekordową ilość warstw zrealizowano w Japonii. Stworzyła to firma Denso Corporation w Chita, Aichi, Japonia, w dniu 13 czerwca 2012.
- Na jednej płytce drukowanej zmieszczono 129 warstw.



129

PRODUKCJA PŁYTEK DRUKOWANYCH

Projekt układu elektronicznego



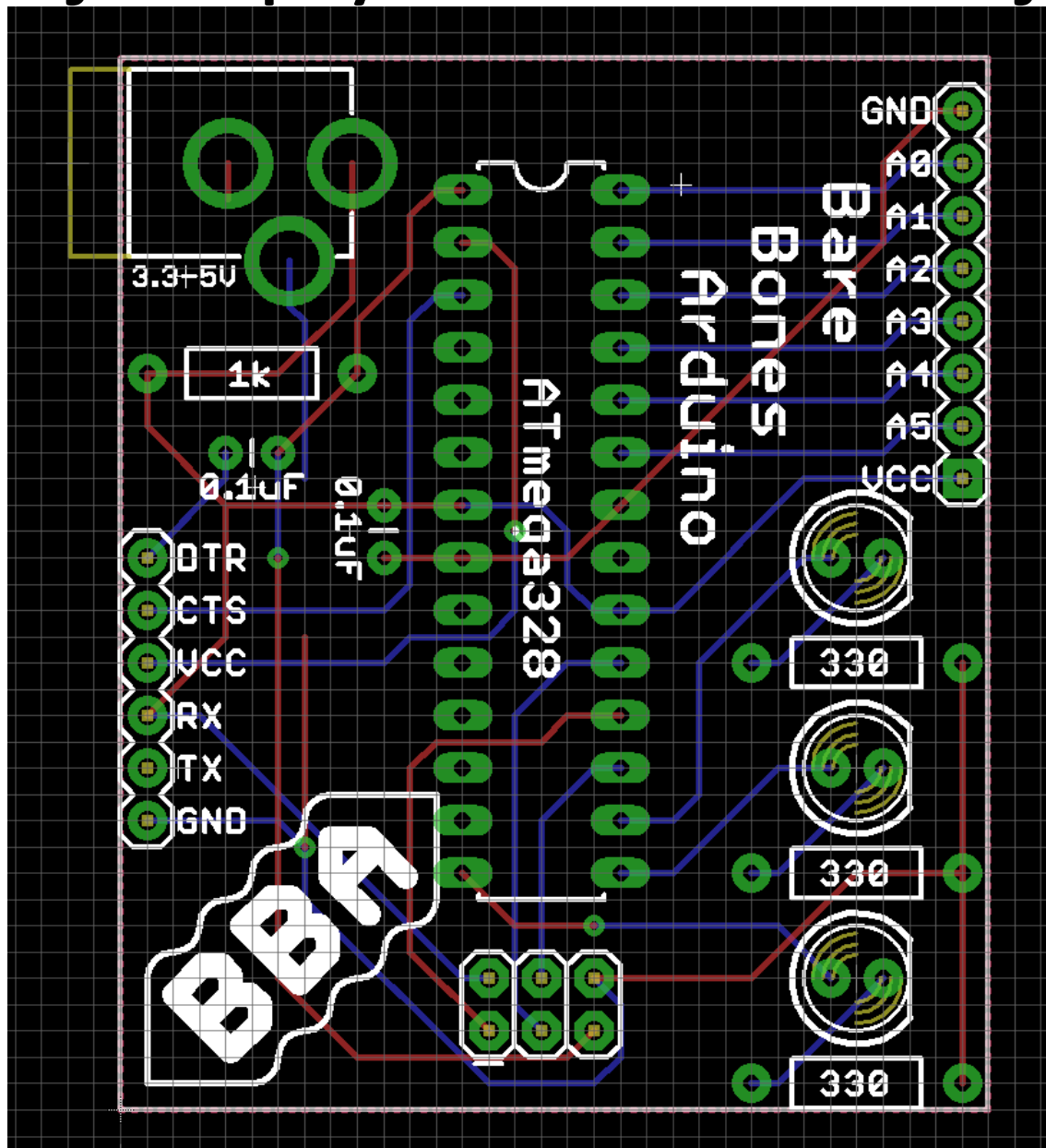
Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 License
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

TITLE: BareBonesArduino

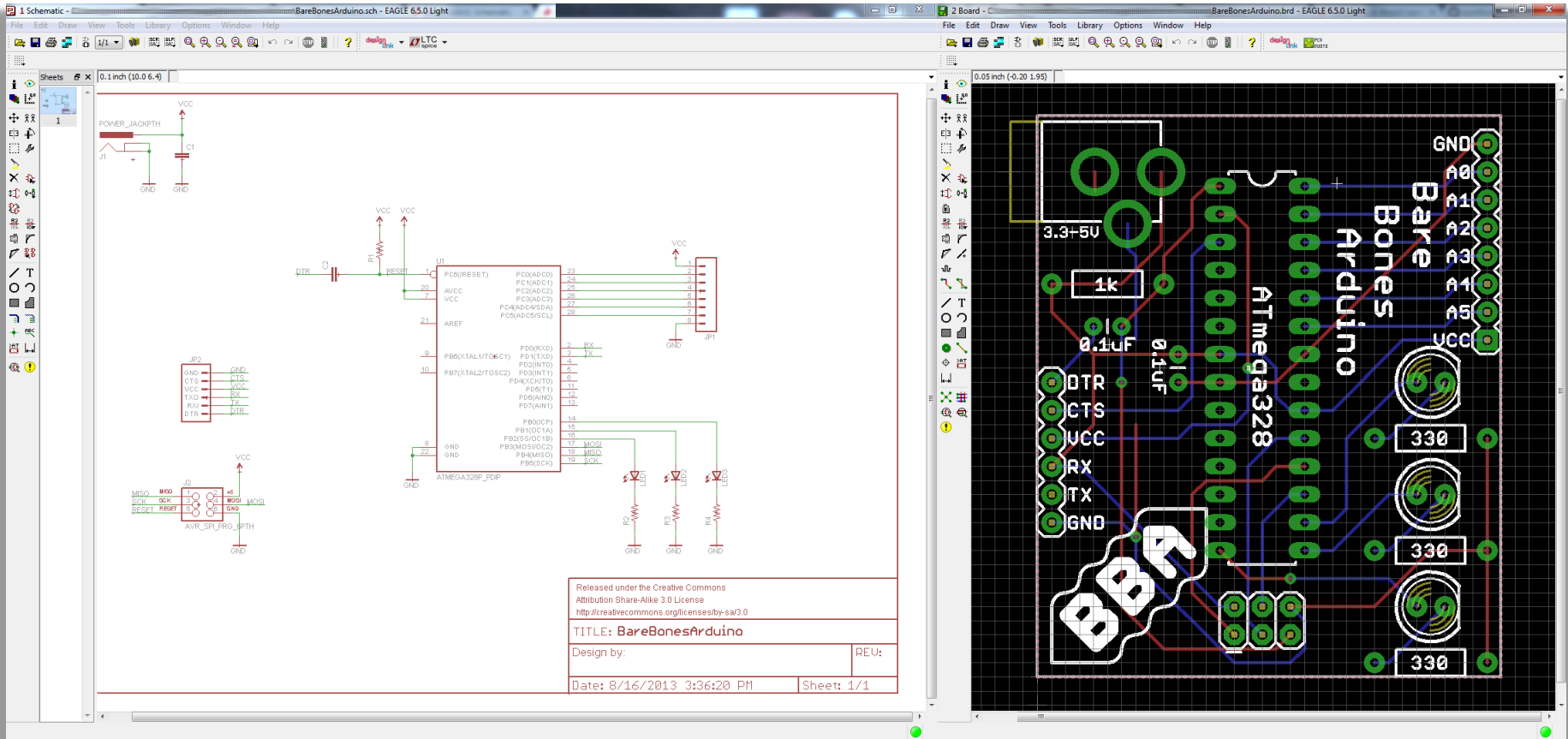
Design by: _____ REV: _____

Date: 8/16/2013 3:36:20 PM Sheet: 1/1

Projekt płytki drukowanej do układu



Oprogramowanie CAD



Plik projektowy

- Gotowy projekt należy zapisać w pliku GERBER.
- To jednolity standard obsługiwany przez wszystkie programy projektowe.
- Projekt składa się z kilku plików GERBER.
 - Każdy plik Gerber zawiera oddzielną warstwę
 - Warstwy rozpoznawane są po rozszerzeniu pliku.
- Upraszcza i ujednolici to proces produkcji.

Pliki GERBER

Rozszerzenie	Warstwa	Warstwa
GBR	Gerber Border	Krawędzie
GTL	Gerber Top Layer	Ścieżki górne
GTS	Gerber Top Soldermask	Soldermaska górna
GTO	Gerber Top Overlay	Opis górny
GBL	Gerber Bottom Layer	Ścieżki dolne
GBS	Gerber Bottom Soldermask	Soldermaska dolna
GBO	Gerber Bottom Overlay	Opis dolny
DRL	Drill map	Wiercenia
PHO	Photoplotter	Fotoploter
RPT	Report	Raport

Plik projektowy

The screenshot displays the KiCad PCBnew software interface. The title bar shows the project file path: "Pcbnew (2012-01-19 BZR 3256)-stable C:\Kicad\kurs_sensor\projekt.brd". The menu bar includes "Plik", "Edytuj", "Widok", "Dodaj", "Ustawienia", "Narzędzia", "Reguły projektowe", and "Pomoc". The toolbar contains various icons for file operations, editing, and viewing. A dropdown menu is open under "Ustawienia", showing options like "Biblioteka", "Pokaż menadżera warstw", "Główne", "Wyświetlanie", "Wymiary", "Język", "Skróty klawiszowe", "Makro", "Zapisz ustawienia", and "Wczytaj ustawienia". A sub-menu for "Wymiary" is also open, listing "Siatka", "Teksty i rysunki", "Pola lutownicze", "Prześwit maski pól lutowniczych", and "Zapisz". The main workspace shows a PCB layout with a green background and a grid. Dimensions of 85mm are indicated for both width and height. The layout includes components like "R2 10k", "C4 100u", "D1", and "X4 20MHz". The text "Leon Instruments" is visible at the bottom of the board. The status bar at the bottom provides a summary of the project statistics:

Pola lutownicze	Przelotki	Segmenty	Węzły	Sieci	Łącza	Połączone	Niepołączone
182	25	389	167	35	133	133	0

Below the statistics, it shows "Ustaw globalne ustawienia prześwitów pól lut. i maski lutowniczej" with dimensions: Z 66,6895 X 165,000 Y 82,000 dx 165,000 dy 82,000 mm. The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications, including "Blogger: Leo...", "Total Comma...", "KiCad (2012-...", "Pcbnew (201...", "04 rysowanie...", and "Mój komputer". The system clock shows "14:07".

Przygotowanie laminatu

- Firma drukująca przygotowuje laminaty o odpowiedniej wielkości, grubości, rodzaju materiału.
- Arkusze są docinane na odpowiednią wielkość.



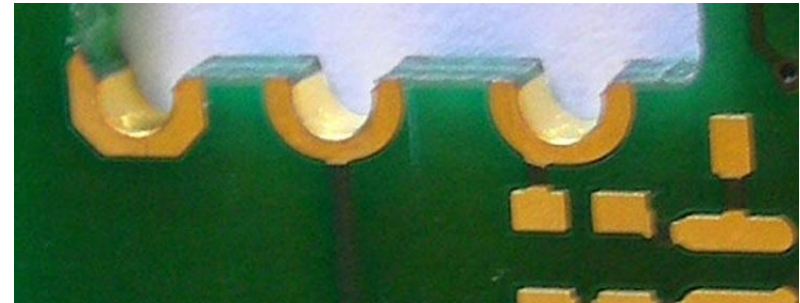
Wiercenie otworów

- Specjalna wiertarka numeryczna CNC wierci otwory montażowe, lutownicze i pozycjonujące płytkę.



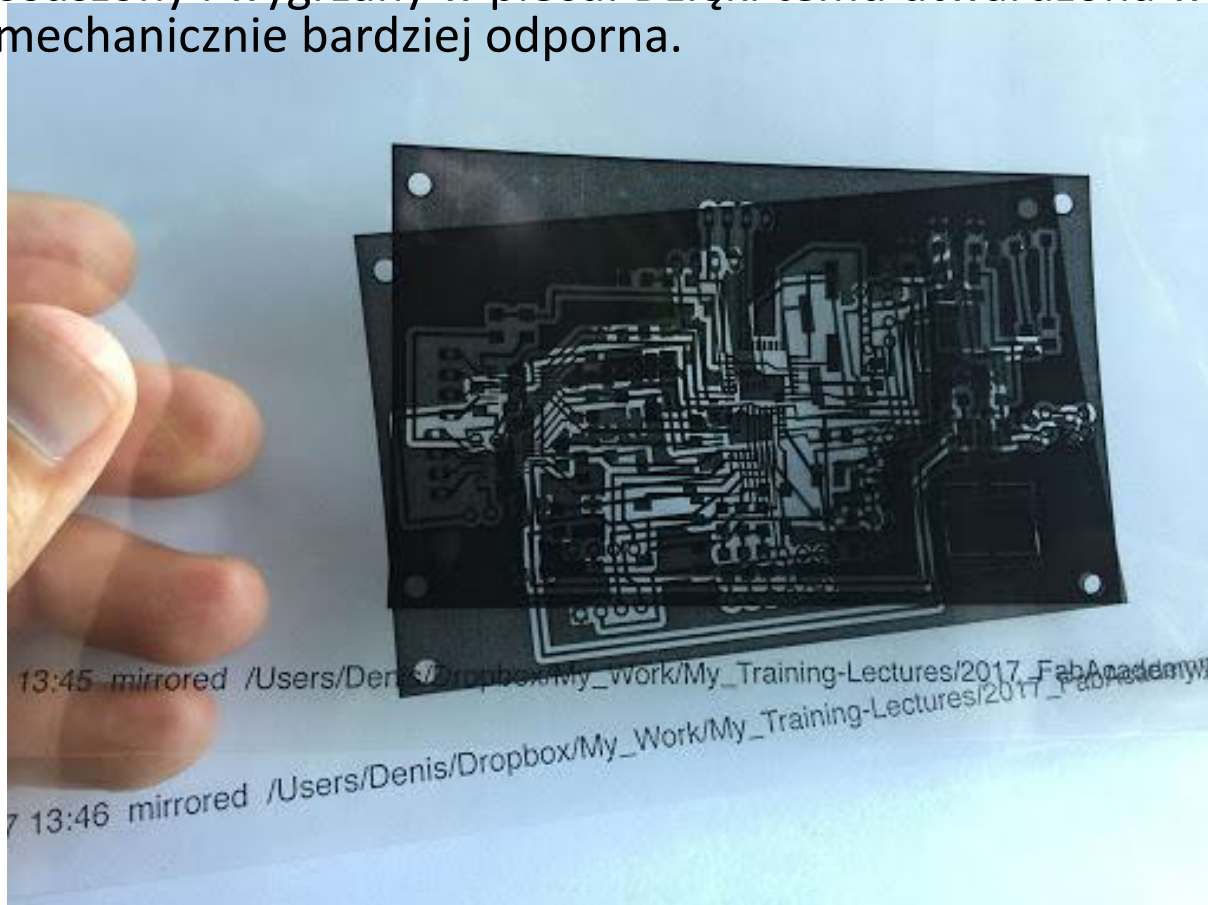
Metalizacja otworów

- Tworzona jest powłoka z miedzi w otworach, które mają być przelotowe i łączyć różne warstwy.



Nanoszenie warstwy światłoczułej

- Na miedziane strony laminatu nakładana jest specjalna maska - przezroczysta klisza z nadrukowanym rysunkiem ścieżek z naszego projektu.
- Całość umieszcza się pod lampą UV, która utwardza nieprzesłoniętą maską część światłoczułej folii.
- Laminat zostaje oczyszczony z nieutwardzonej warstwy światłoczułej, a potem osuszony i wygrzany w piecu. Dzięki temu utwardzona warstwa staje się mechanicznie bardziej odporna.

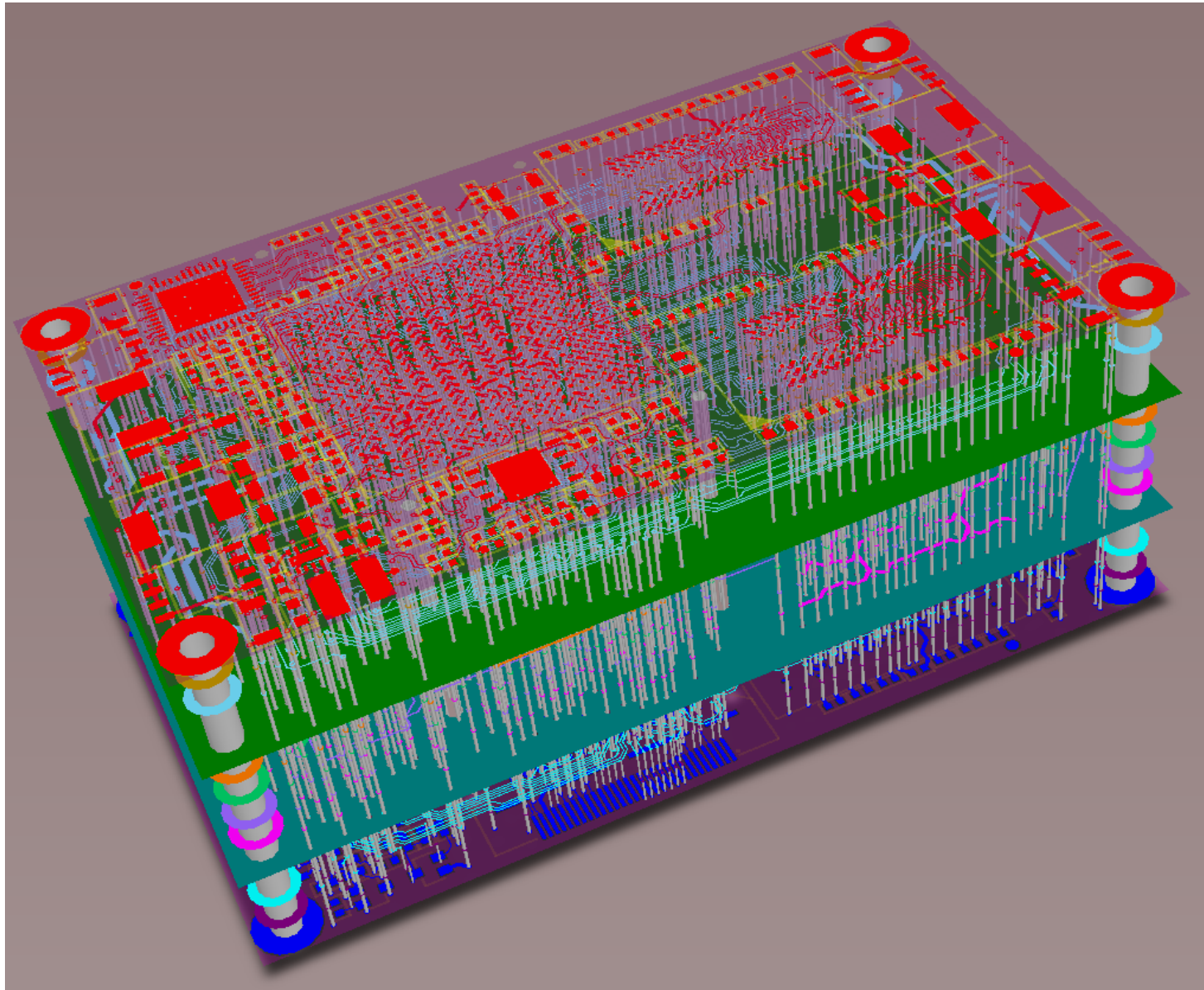


Wytrawianie płytki

- Takie płytki zanurza się w specjalnym roztworze, który wytrawia nieosłoniętą miedź.
- Następnie płytkę się poddaje specjalnej kąpieli chemicznej, która usuwa resztki wytrawiacza i odsłania ścieżki i pady z czystej miedzi.

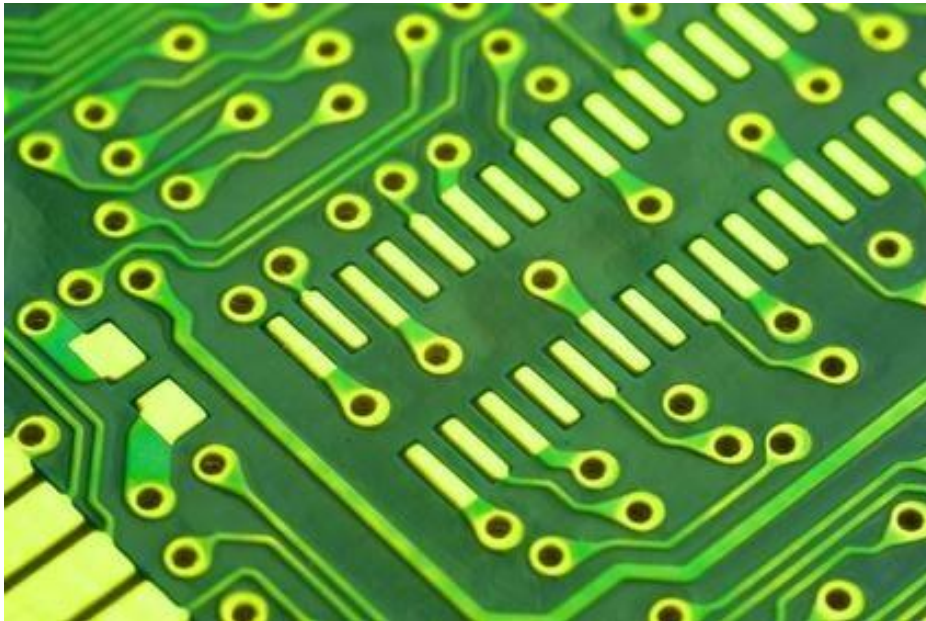


Nadruk wielowarstwowy



Nakładanie soldermaski

- Soldermaska to specjalna polimerowa farba, którą się nanosi na płytkę.
 - Ochronia warstwę ścieżek przed uszkodzeniem mechanicznym i korozją.
 - Uniemożliwia wystąpienia zwarcia i uszkodzenia układu elektronicznego.
 - Gwarantuje efekt estetyczny
- Nieosłonięte zostawia się pola lutownicze i otwory montażowe.



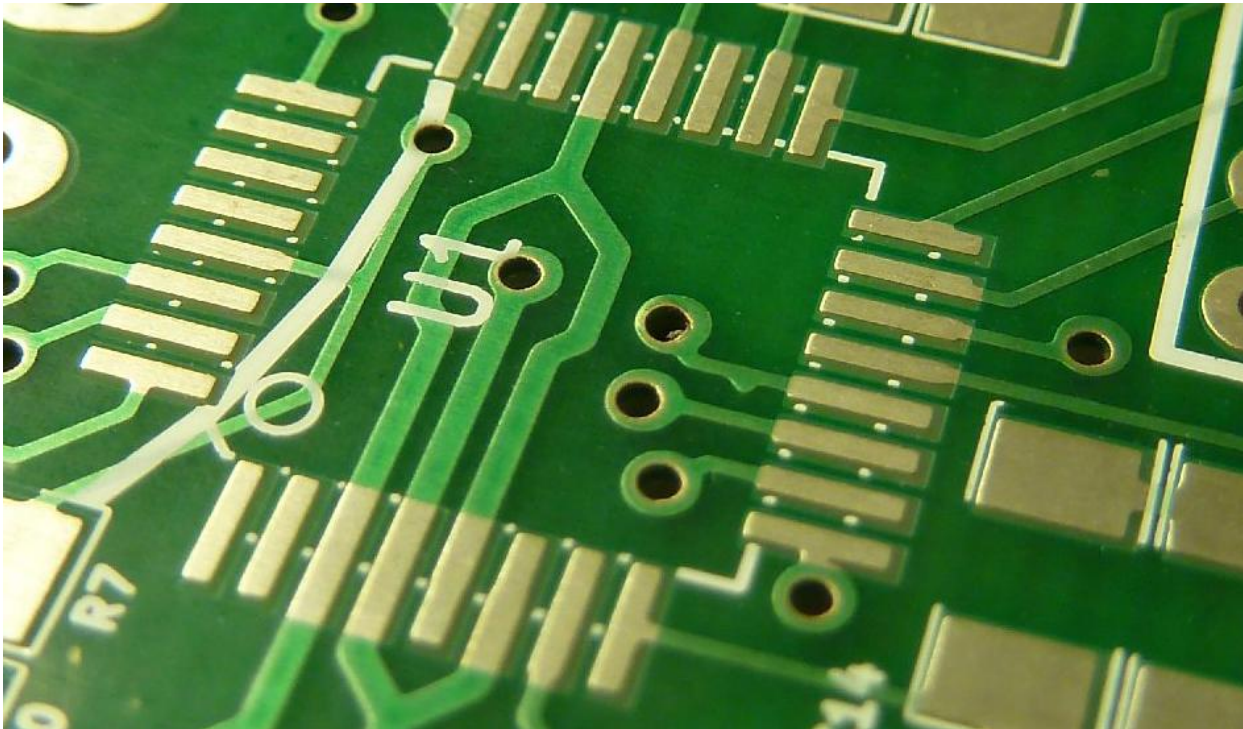
Warstwa opisowa

- Warstwa opisowa zawiera napisy opisujące nazwy i parametry podzespołów.
- Szablon napisów
 - Specjalny szablon wycinany jest laserowo i używany do naniesienia farby w technice sitodruku. Stosowany przy masowej produkcji.
- Drukarka napisów
 - Przy małej serii produktów stosowana jest specjalna drukarka, która nadrukowuje warstwę opisową na laminacie.



Powlekanie pól lutowniczych

- Miedziane pola lutownicze trzeba zabezpieczyć przed utlenianiem.
- Pokrywa się ją metalizowaną powłoką.
 - W droższej opcji stosuje się złoto techniczne, które jest świetnym przewodnikiem i dobrze się lutuje.
 - Tańszą opcją jest zwykła powłoka z cyny (SnPb), którą nadaje padom charakterystyczny srebrny kolor.



Testowanie wykonanych układów

- Użycie odpowiedniego oprogramowania



Gotowe!

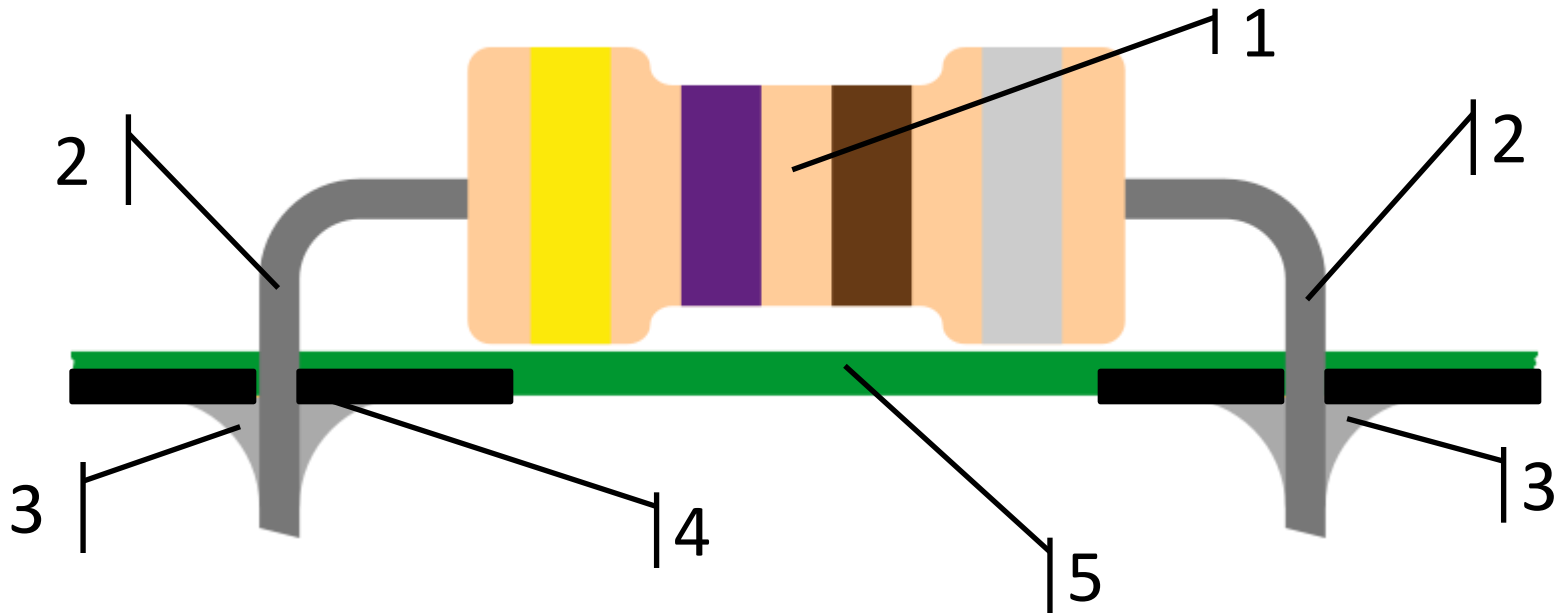


MONTAŻ PODZESPOŁÓW

Montaż przewlekany

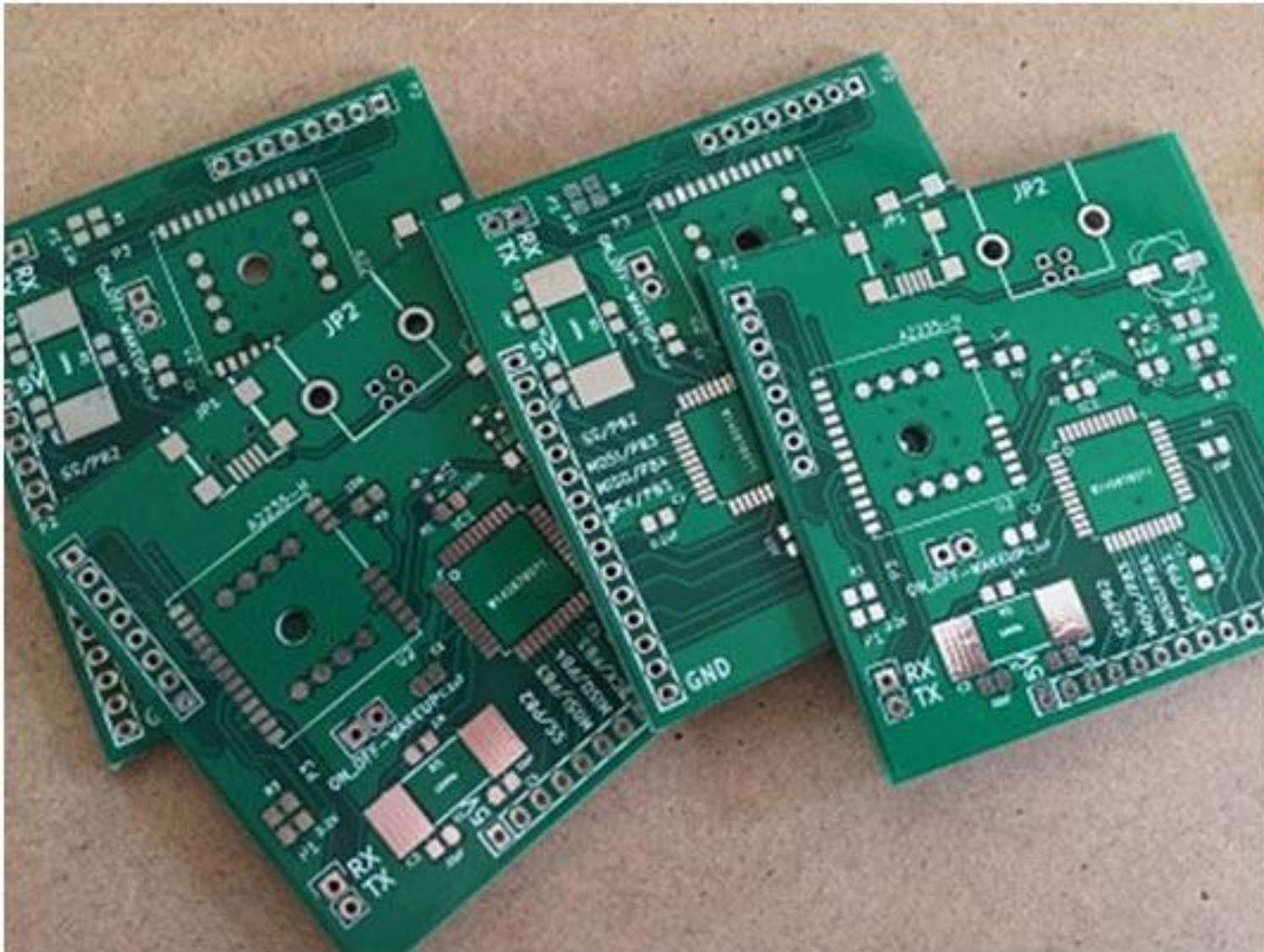
- **Montaż przewlekany** (ang. *Through-Hole Technology*, THT)
- W montażu przewlekany elementy lutowane są z przeciwnej strony niż ścieżki przewodzące.
- Elementy elektroniczne mają wyprowadzenia w postaci drutów.
 - W trakcie montażu przewlekane są przez otwory w płytkach i lutowane do ścieżek przewodzących po przeciwnej stronie płytki niż montowany element.
- Montaż przewlekany przeprowadzany jest ręcznie lub automatycznie.
 - Lutowanie w produkcji seryjnej najczęściej realizuje się na fali.

Montaż przewlekany

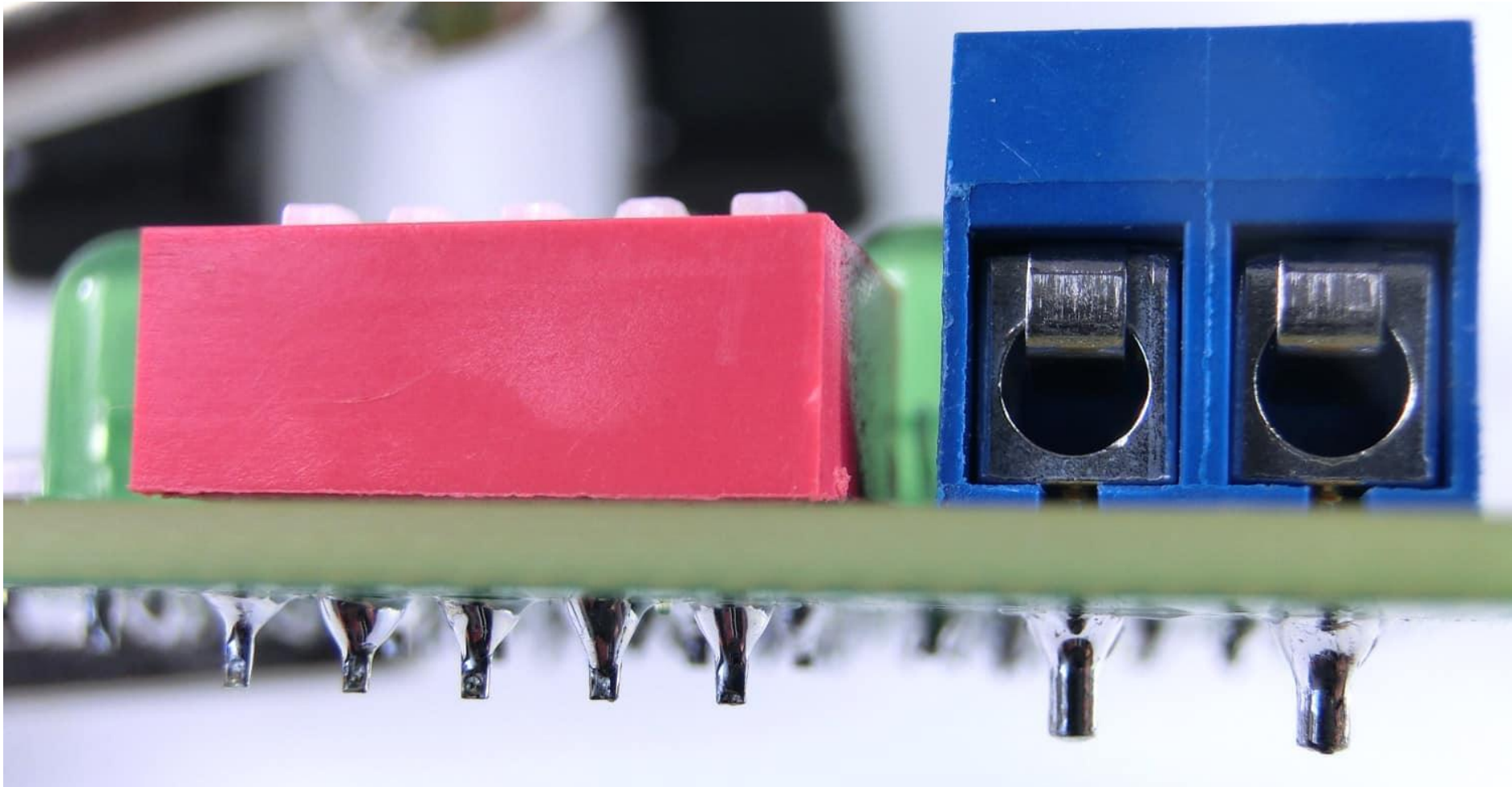


1	element lutowany	4	ścieżki przewodzące
2	wyprowadzenia elektryczne	5	podłoże
3	lutowie		

Połączenia płyty drukowanej



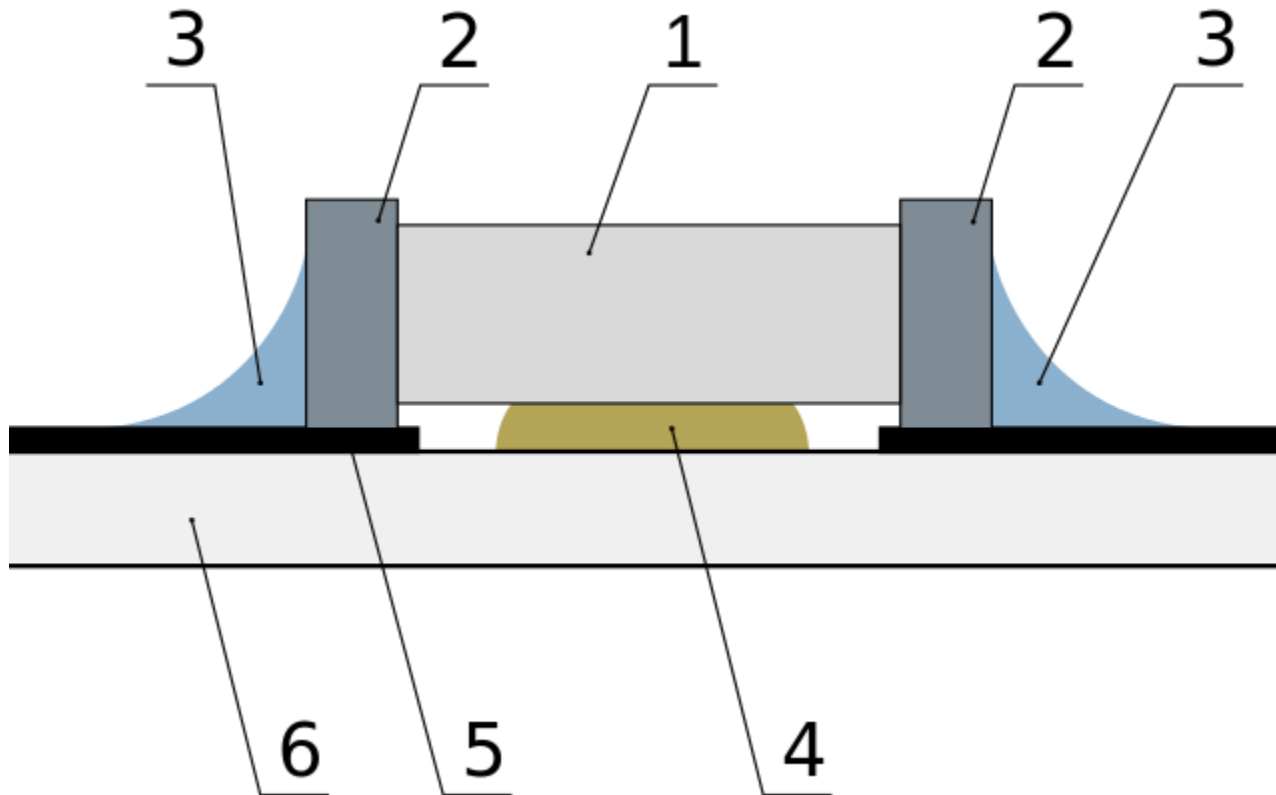
Zamontowane elementy na płycie głównej



Montaż powierzchniowy

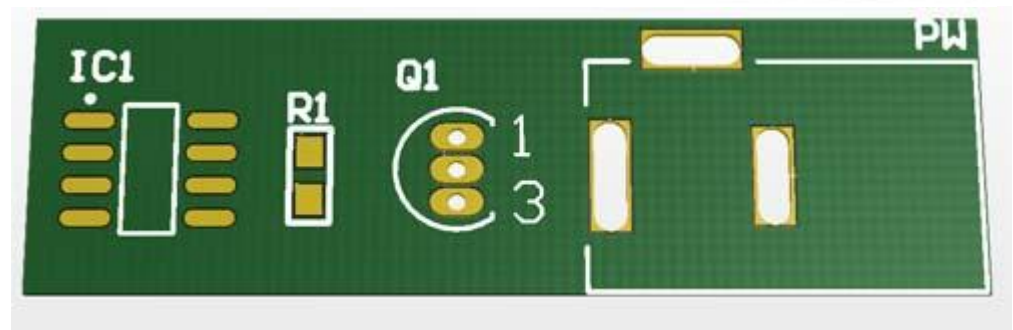
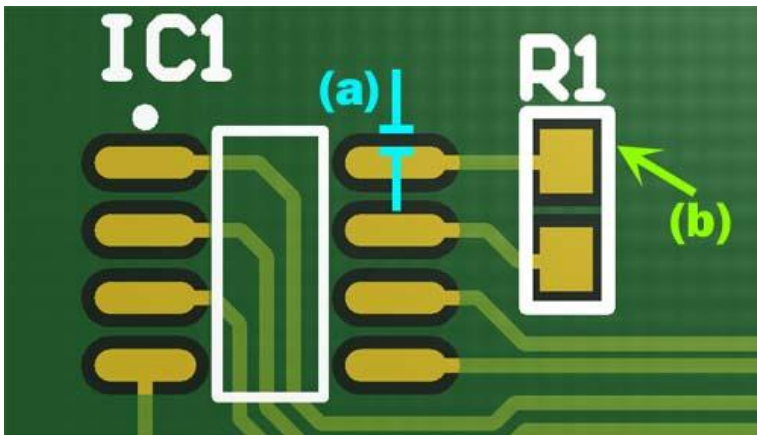
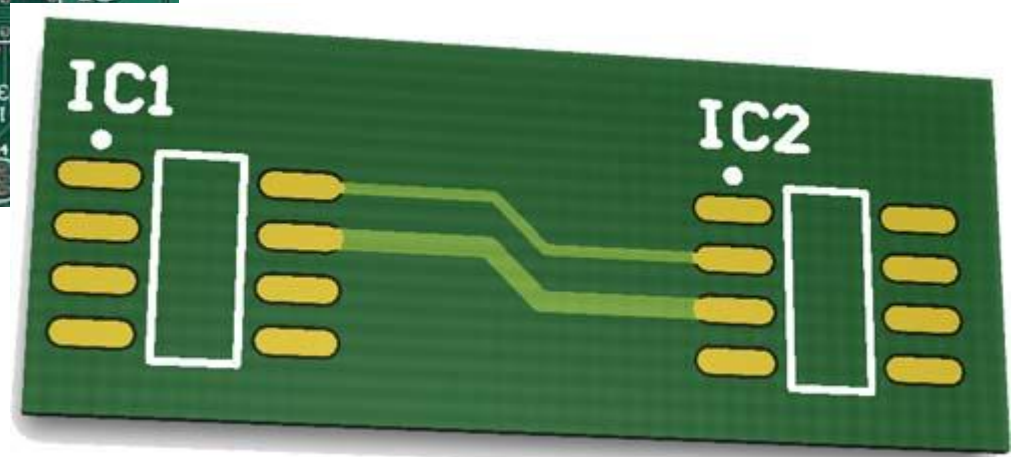
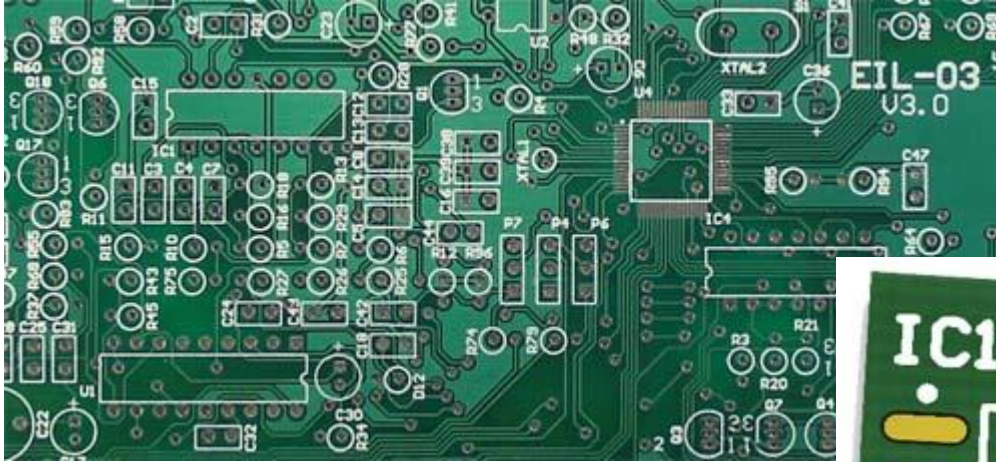
- **Montaż powierzchniowy, SMT** (od angielskiego *surface-mount technology*)
- W montażu powierzchniowym elementy lutowane są z tej samej strony co ścieżki przewodzące.
- Komponenty do montażu powierzchniowego są nazywane skrótem SMD (od ang. *surface-mount devices* lub *surface-mounted devices*).
- Charakteryzują się niewielkimi wymiarami, mają płaskie obudowy i końcówki lutownicze w formie kołnierzy obejmujących końce obudowy.
 - Podzespoły są niewielkie, więc - w porównaniu z obudową - końcówki lutownicze są znacznych rozmiarów.

Montaż powierzchniowy

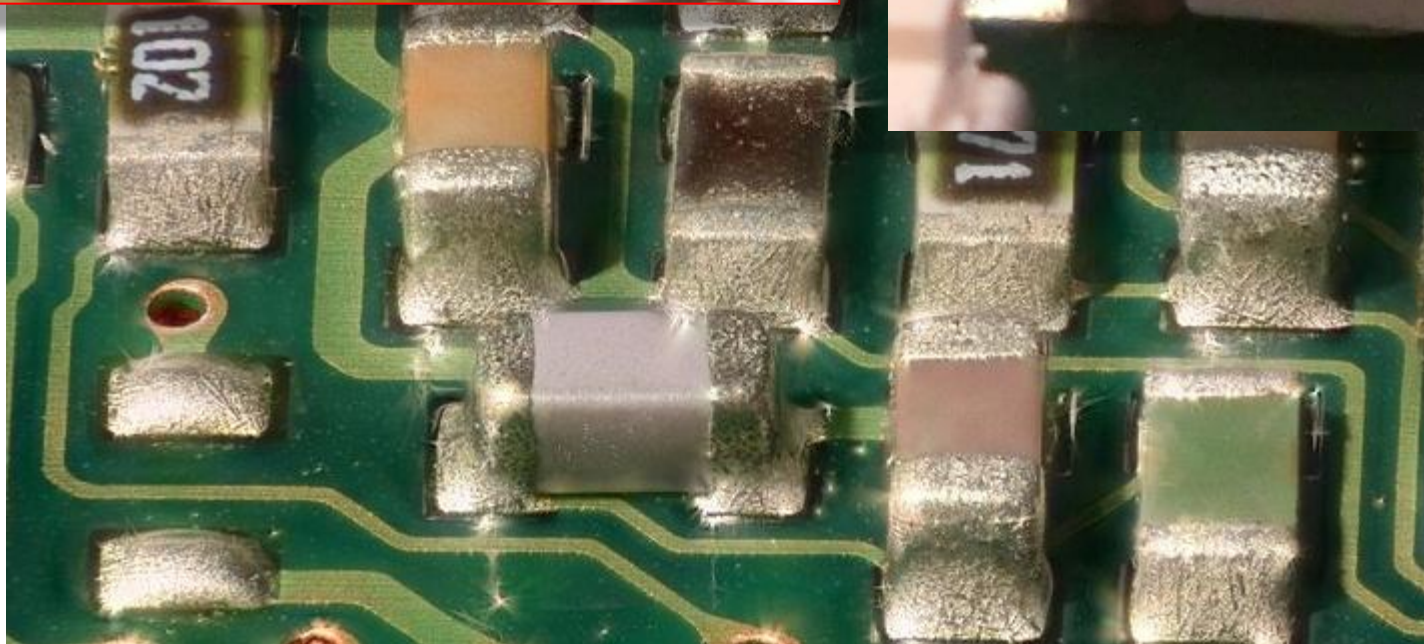
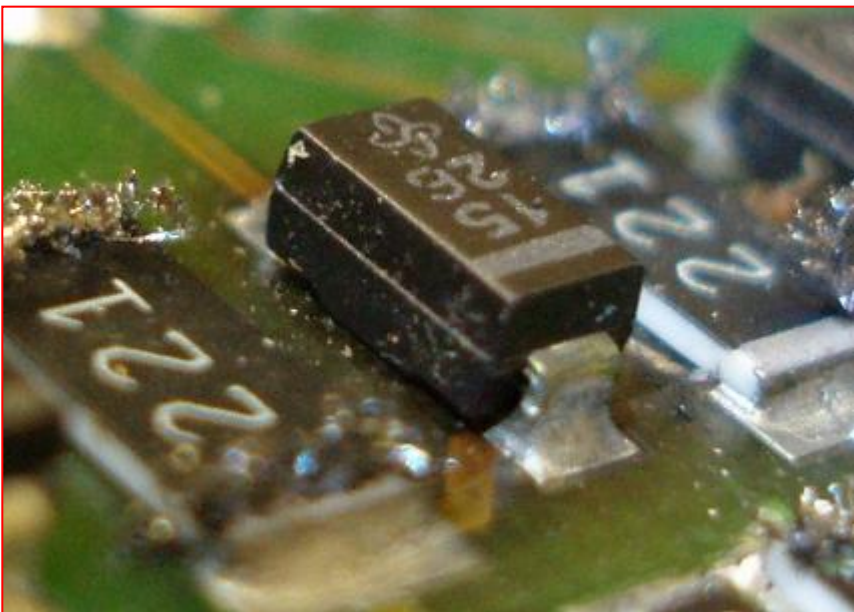


1	element SMD	4	klej
2	wyprowadzenia elektryczne	5	ścieżki przewodzące
3	lutowie	6	podłoże

Montaż powierzchniowy płyty głównej

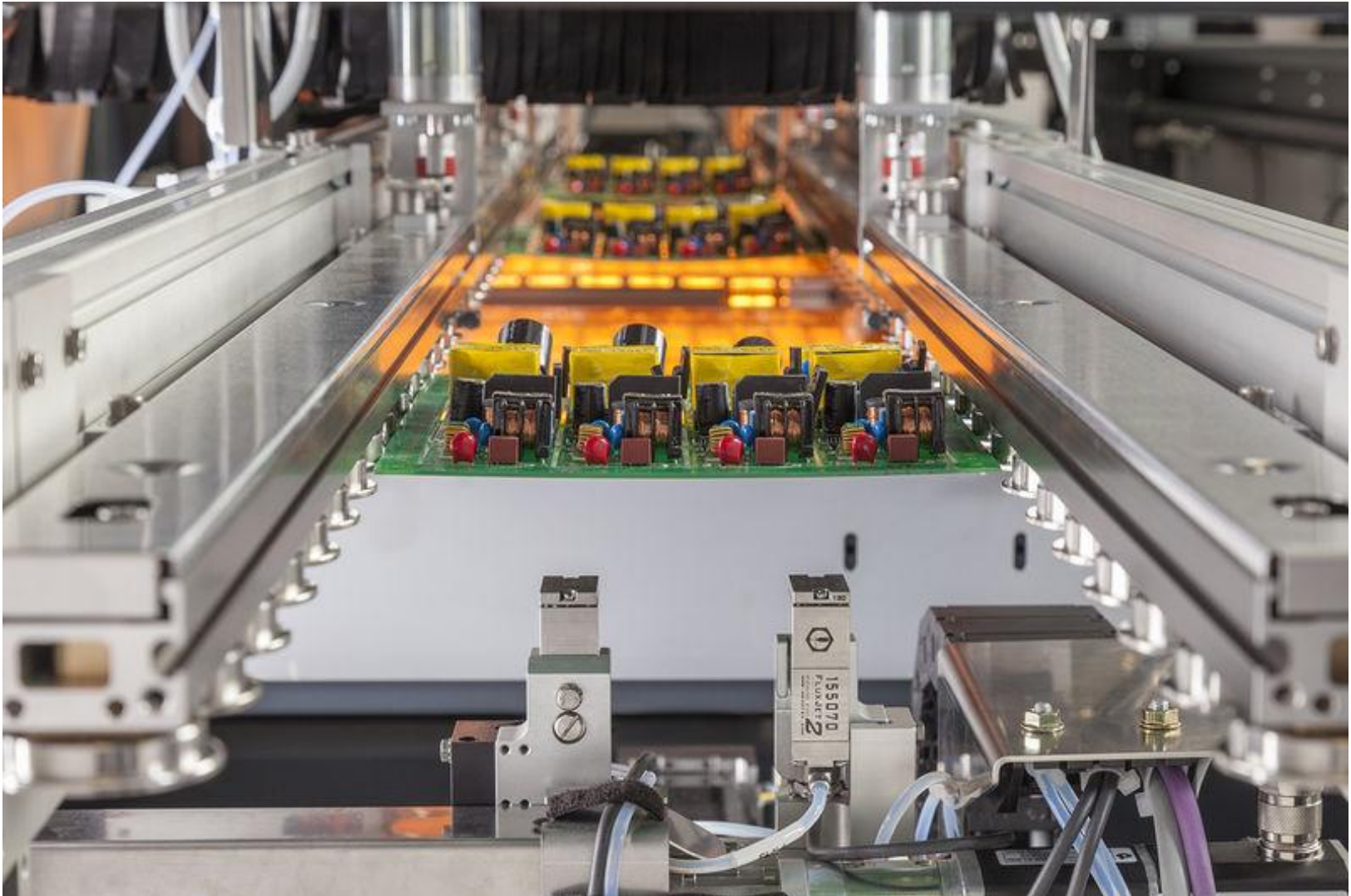


Zamontowane elementy na płycie głównej



LUTOWANIE PRZEMYSŁOWE

Lutowanie przemysłowe



Lutowanie przemysłowe



Lutowanie przemysłowe – na fali

- Przemysłowe, masowe lutowanie obwodów drukowanych zawierających duże ilości elementów elektronicznych wytwarzanych techniką montażu przewlekanego wykonuje się metodą lutowania "na fali" (ang. wave soldering).
- Technika polega na przesuwaniu obwodu drukowanego, po włożeniu na miejsca wszystkich przewidzianych do lutowania elementów, tuż nad powierzchnią ciekłego lutu.
- W pewnym miejscu zbiornika z lutem, za pomocą pompy wytwarzana jest poprzeczna „fala” na powierzchni lutu. Szczyt fali lutu dotyka spodu przesuwającego się obwodu drukowanego i metalowe części (nóżki elementów oraz miedziane ścieżki na płycie) zostają pokryte stopionym lutem.
- Po przejściu płyty nad falą nagrzane miejsce stygnie i zakrzepły lut tworzy złącza lutowane wysokiej jakości.

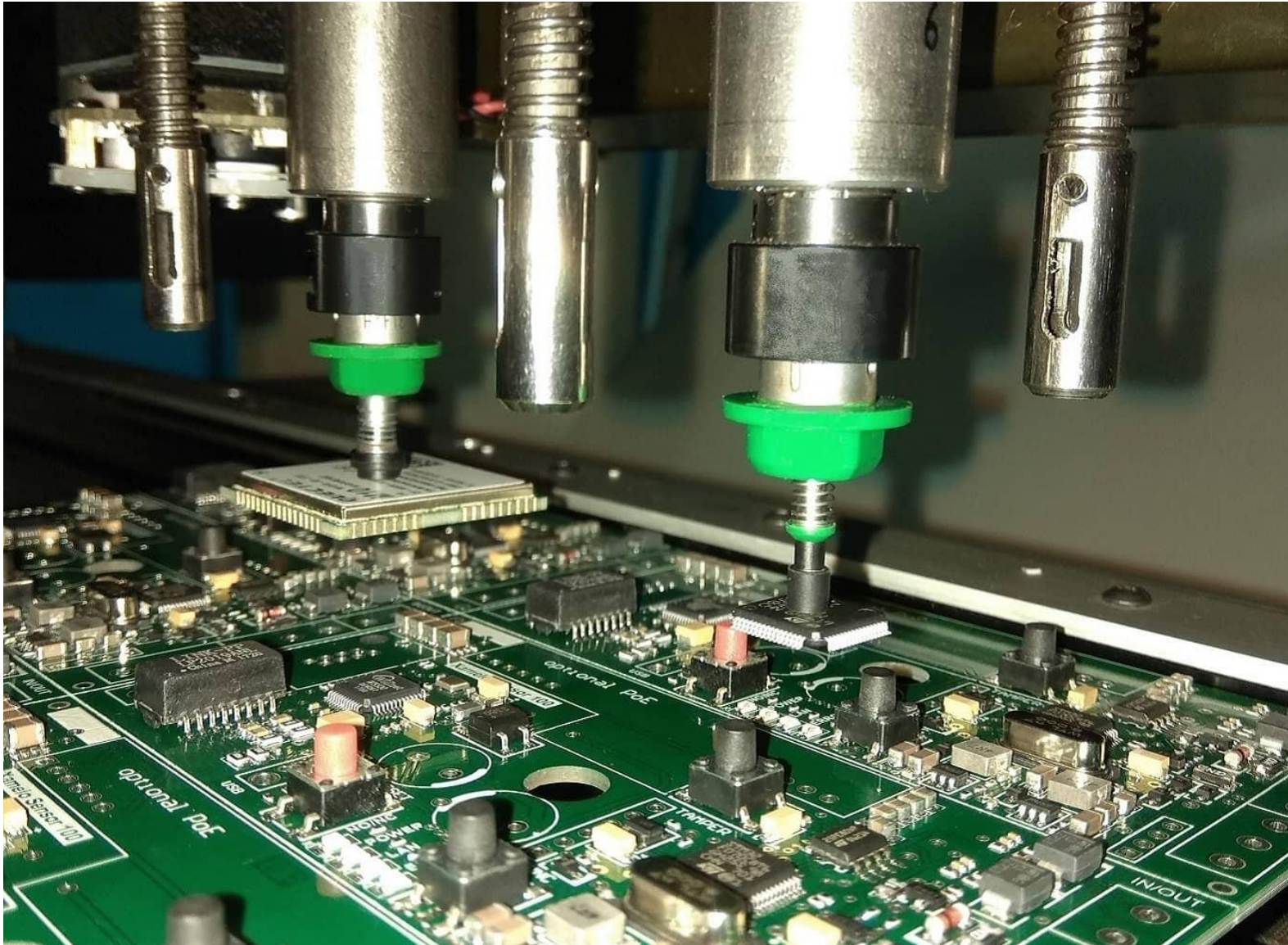
Lutowanie na fali



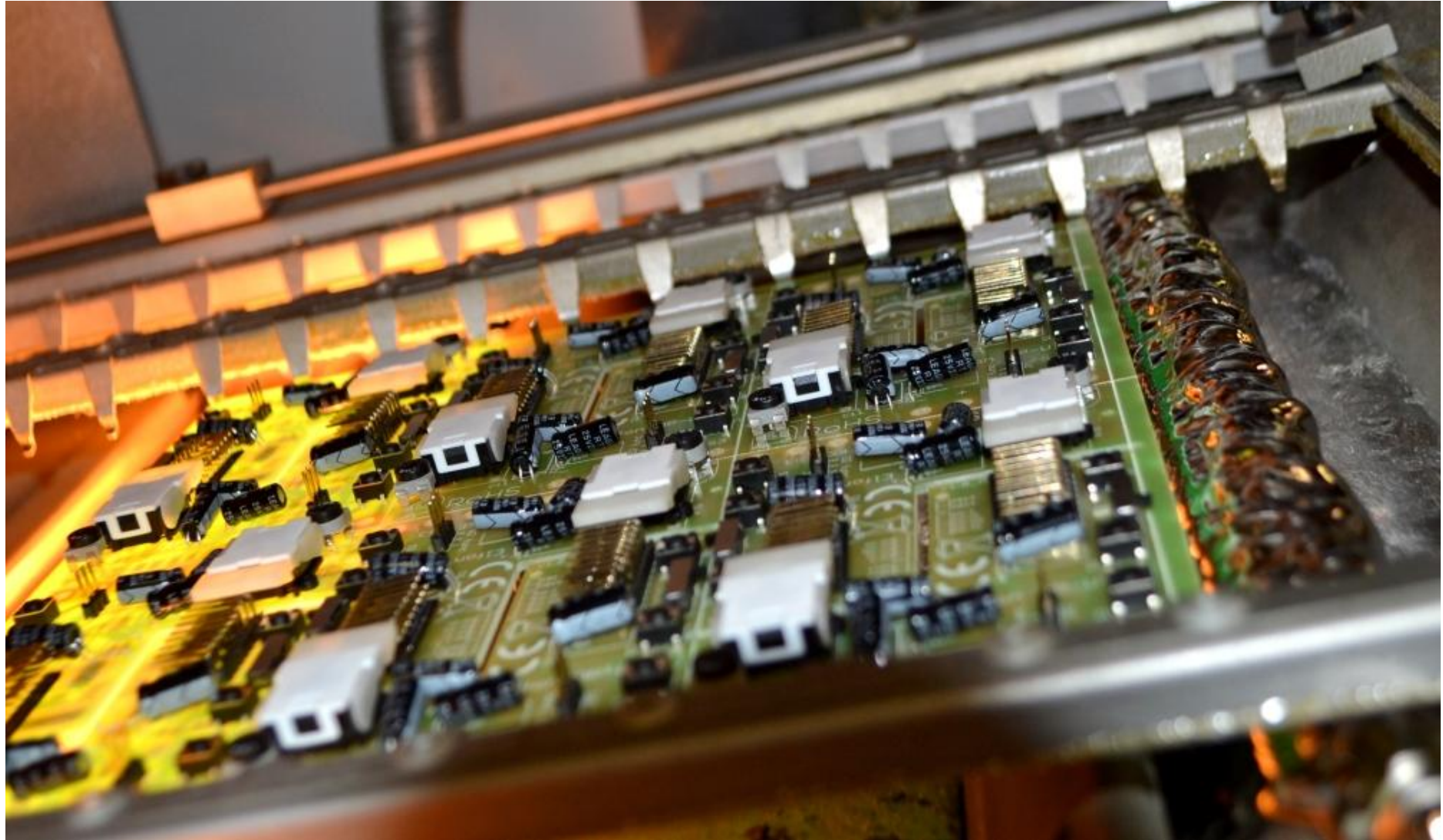
Lutowanie przemysłowe bezdotykowe

- Technika rozgrzewania przy pomocy gorącego powietrza lub podczerwieni.
- Stosowana do obwodów drukowanych wytwarzanych techniką montażu powierzchniowego.
- W tym przypadku mieszanina lutu i topnika jest nakładana w postaci pasty na odpowiednie miejsca obwodu drukowanego. Po umieszczeniu elementów elektronicznych na swoich miejscach płytę i elementy na niej rozgrzewa się gorącym powietrzem lub promiennikiem podczerwieni.
- Po stopieniu lutu obwód drukowany jest chłodzony, złącza lutowane stygną, lut krzepnie i proces lutowania kończy się.
- Hot air to nowoczesne stacje lutownicze na gorące powietrze. Strumień powietrza jest wytwarzany przez pompę, następnie elementem grzejnym podgrzewany jest do żądanej temperatury.

Lutowanie przemysłowe bezdotykowe



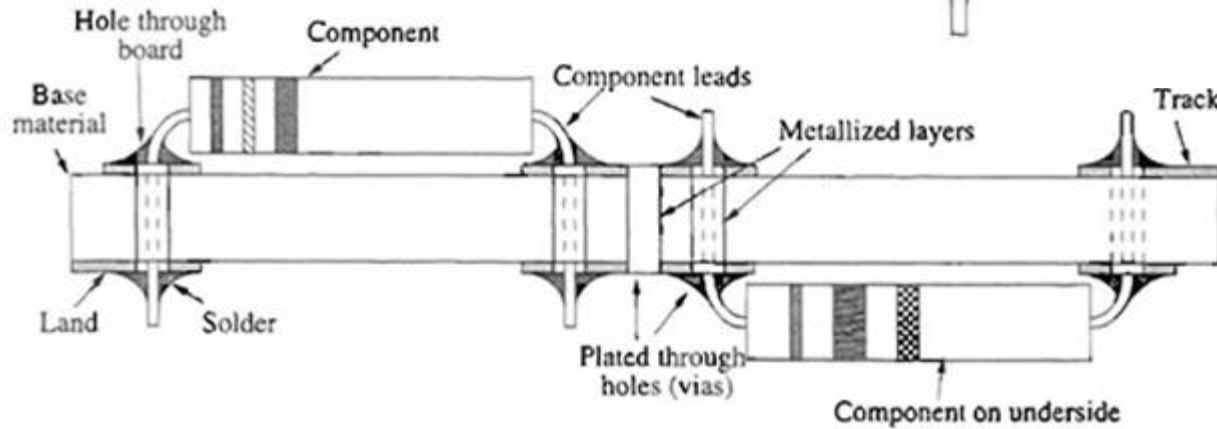
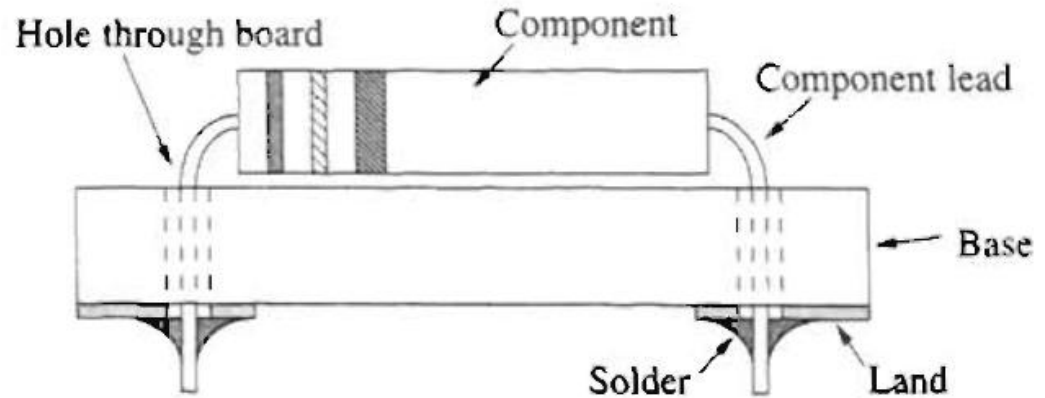
Lutowanie przemysłowe bezdotykowe



BUDOWA PŁYTEK DRUKOWANYCH

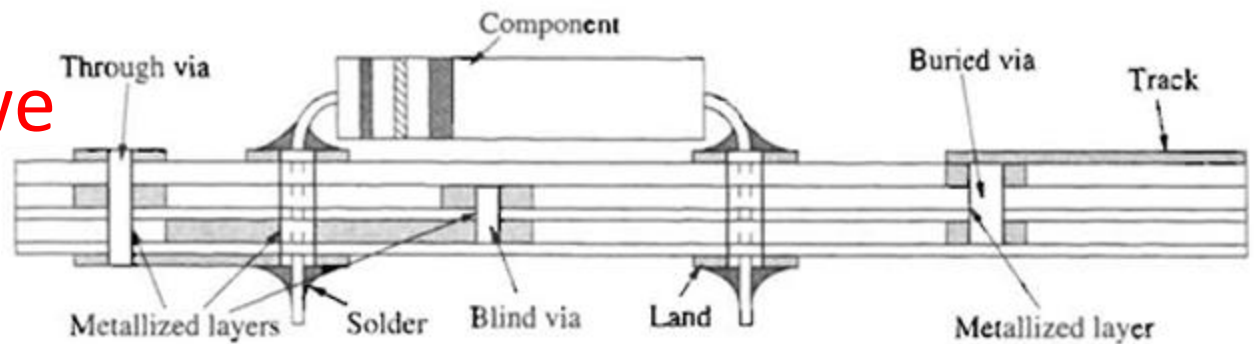
Warstwy płytek drukowanych

Pojedyncza warstwa

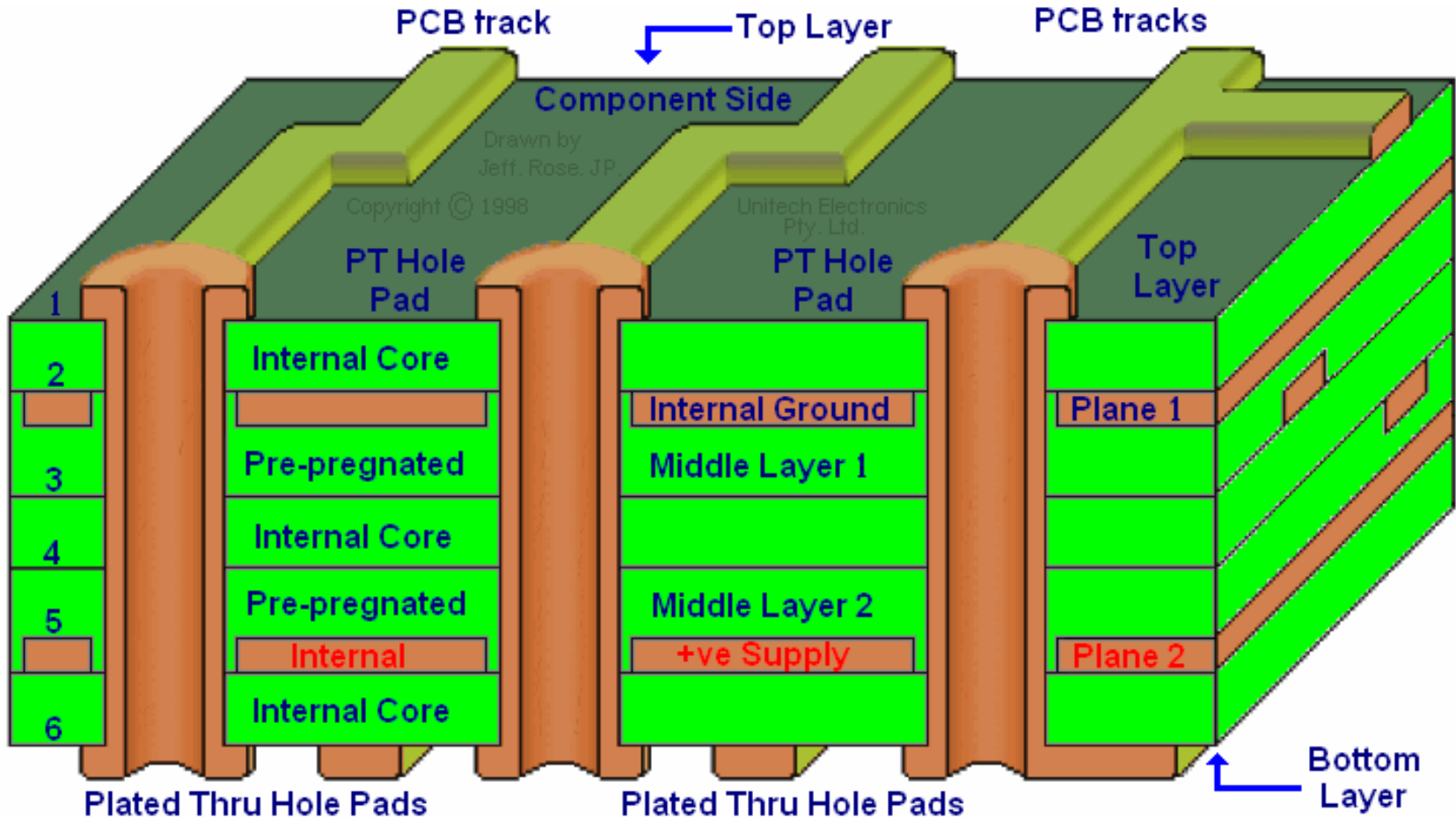


Podwójna warstwa

Wielowarstwowe układy



Warstwy płyty głównej



An Example of the construction of a six layer Printed Circuit Board

Warstwy płyty głównej

How many layers is up to you and the complexity of a circuit

Drawn by Jeff. Rose. J.P.

An "exaggerated" look at a 12 layer printed circuit board.
Note the inter-connections within the layers of the PCB.

COPYRIGHT © 1992-2011 Unitech Electronics Pty. Ltd.

Fig 1a.

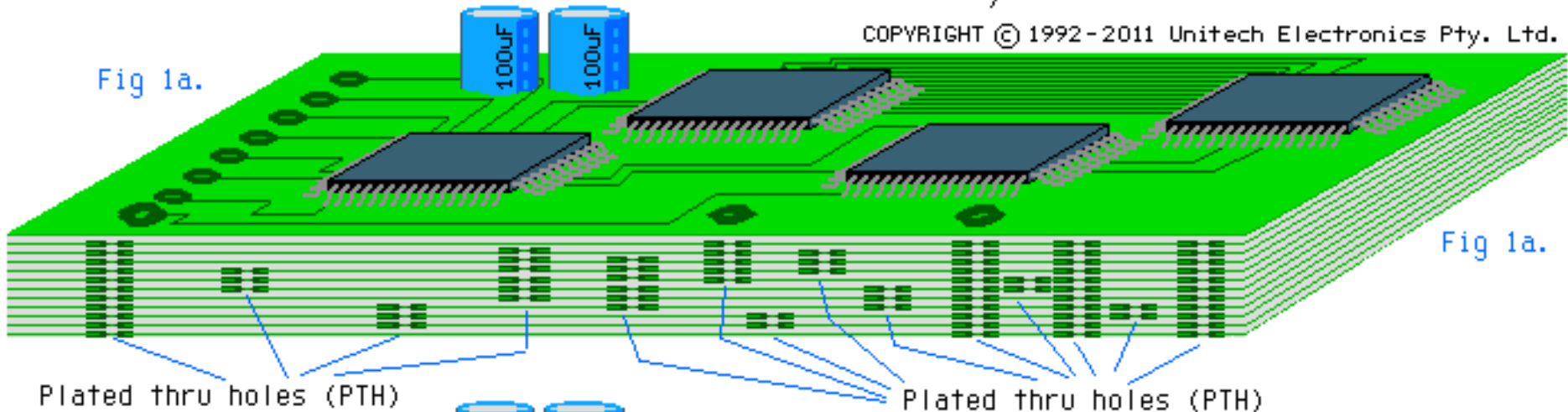


Fig 1a.

Fig 1b.

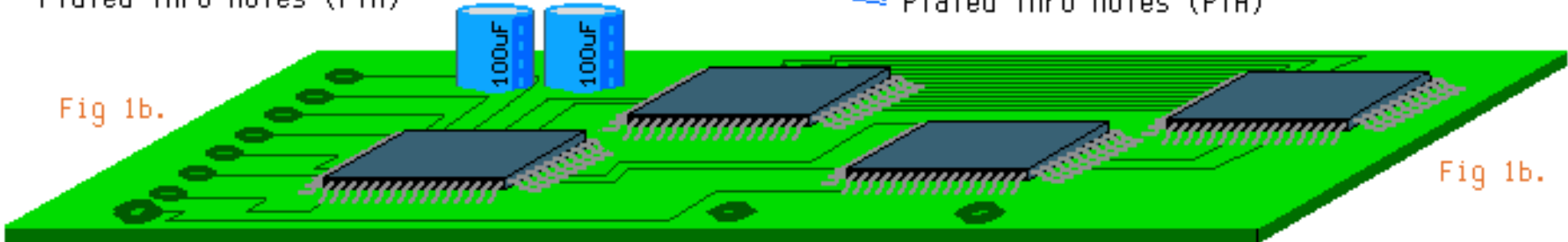
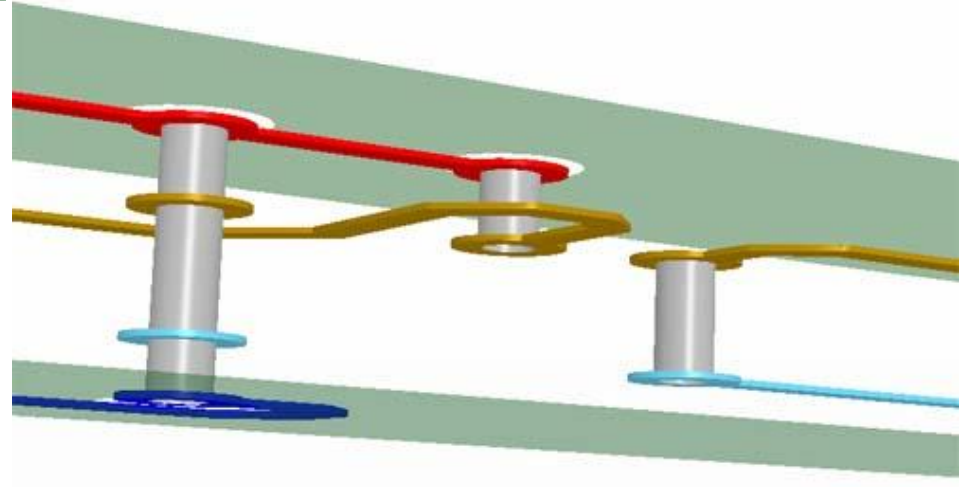
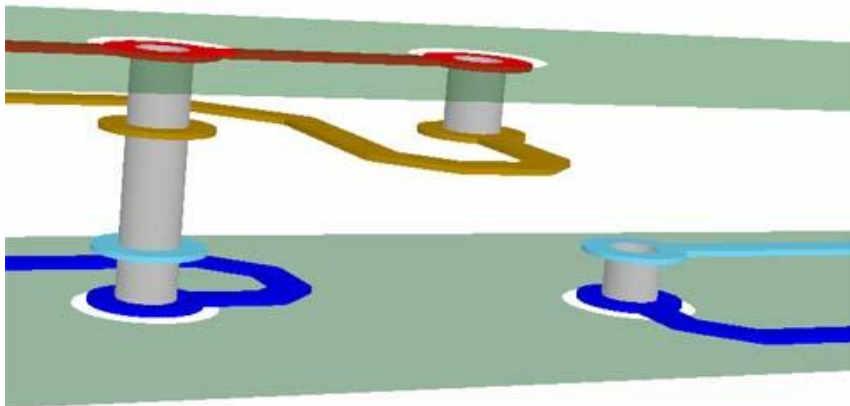
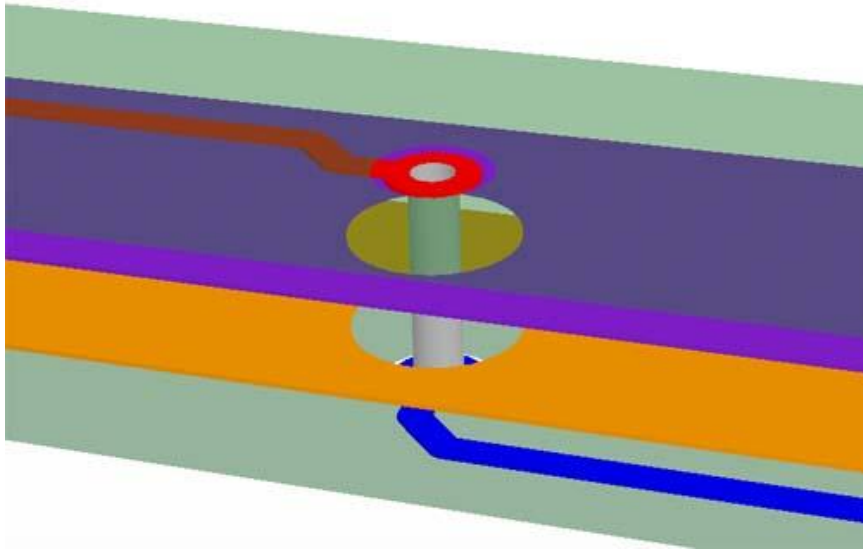


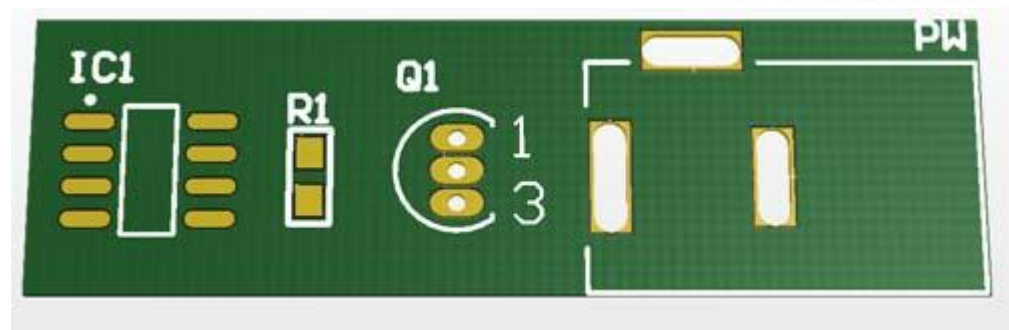
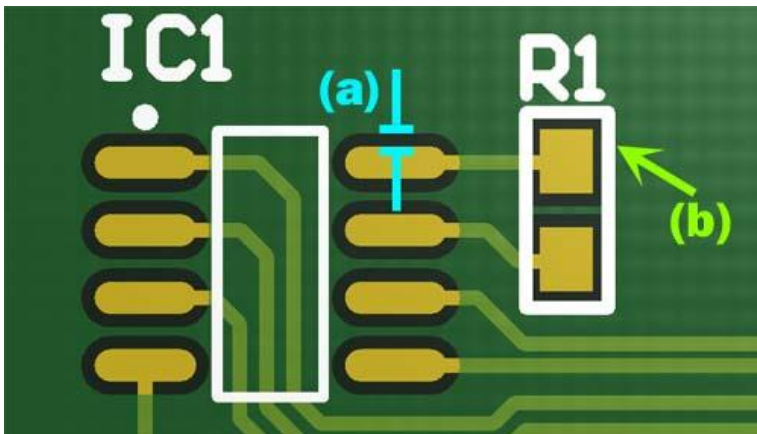
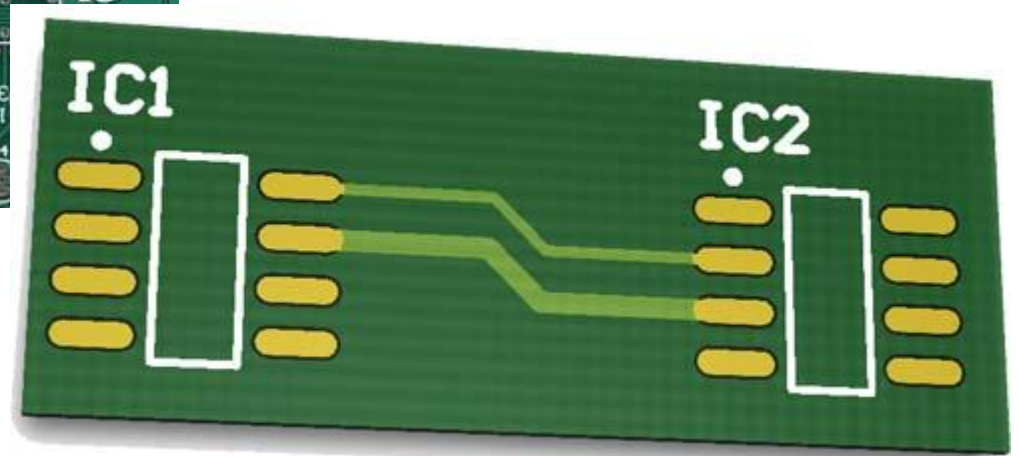
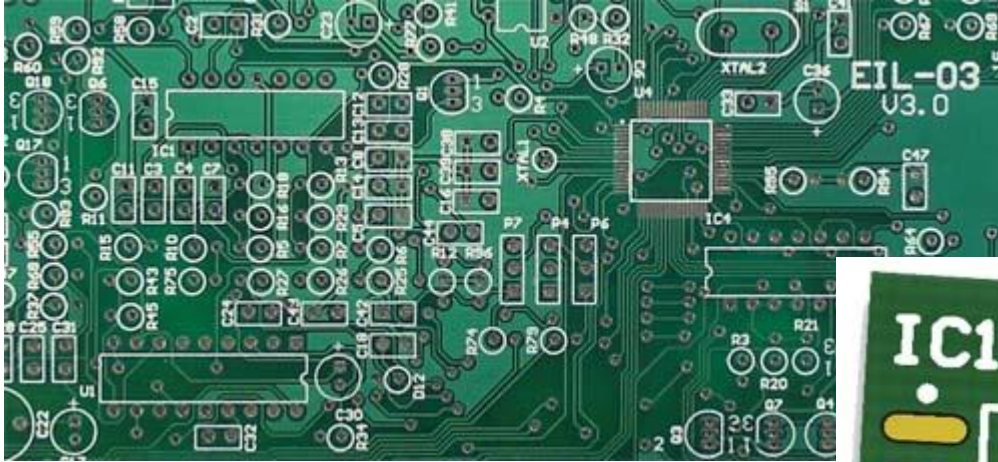
Fig 1b.

A completed PCB, compressed and containing all of the above inter-connections as in Fig 1a.

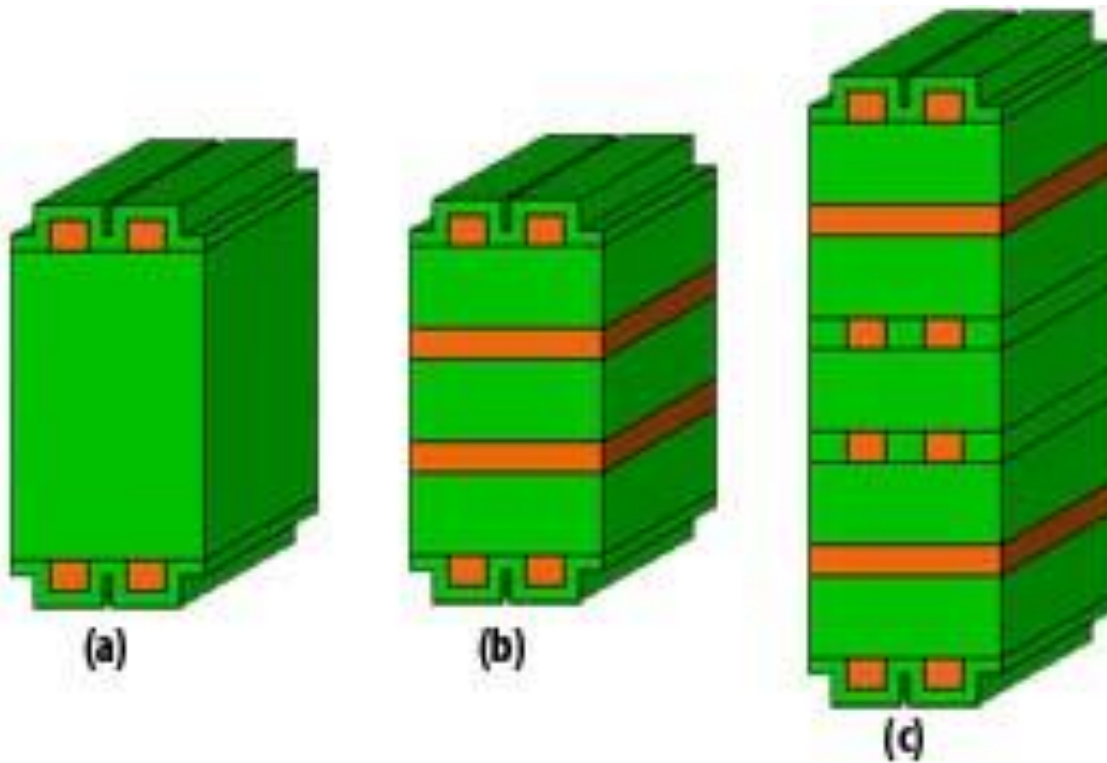
Warstwy płyty głównej



Połączenia płyty głównej



Warstwy płyty głównej

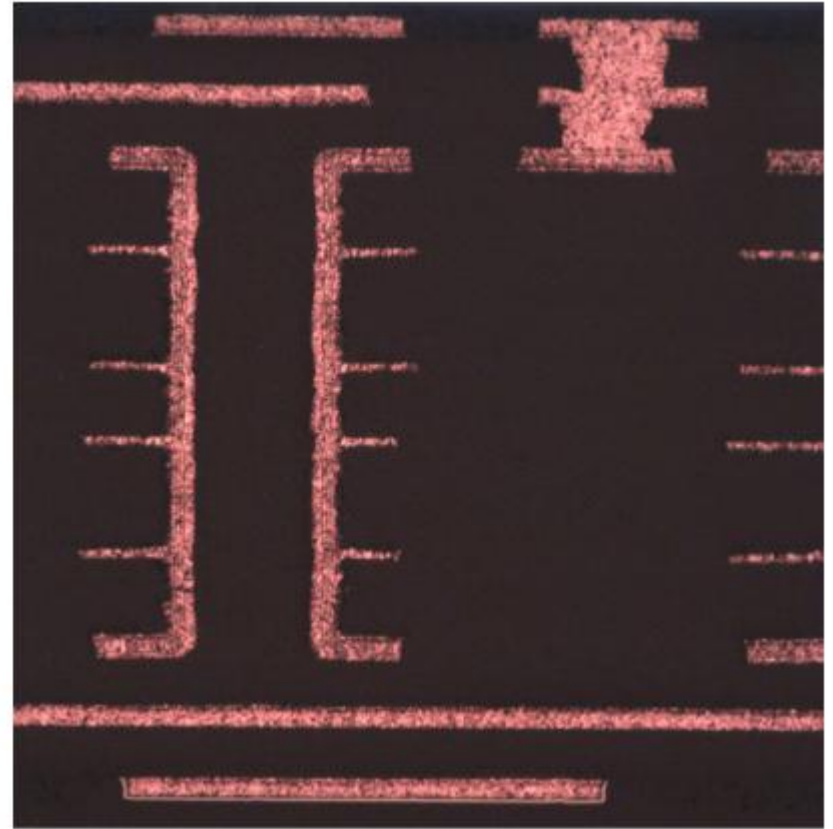
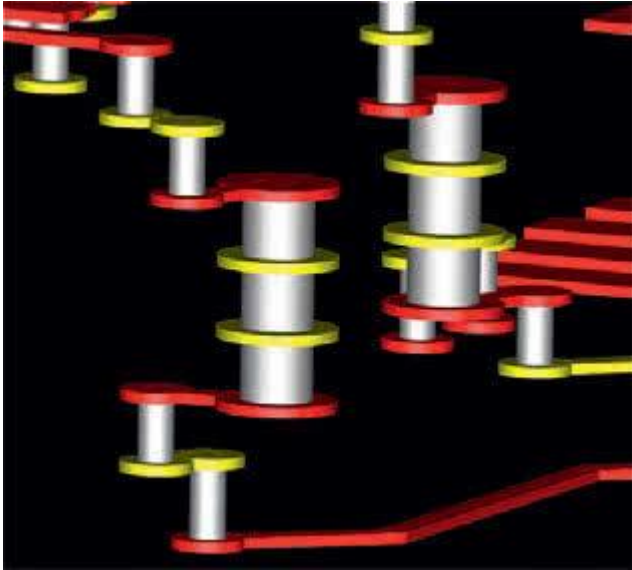


- Ile warstw mają poszczególne płyty (a, b, c) ?

High Density Interconnect – HDI

- Płytki typu HDI (*High Density Interconnect*) charakteryzują się większą ilością wzajemnych połączeń między warstwami.
 - Przelotki przechodzące przez całą płytkę
 - Dodatkowe przelotki łączące wewnętrzne warstwy (zagrzebane lub ślepe)
- Dzięki temu możliwe jest gęstsze upakowania elementów.
- Pozwala to na uzyskanie większego stopnia miniaturyzacji urządzeń elektronicznych.
 - Cały podzespół elektroniczny może być mniejszy.
 - Można zmniejszyć ilość warstw płytki drukowanej
 - Upraszcza to projektowanie i zmniejsza koszty produkcji.

High Density Interconnect – HDI



ELIC (Every Layer Interconnect)

- Płytki ELIC charakteryzują się tym, że wszystkie warstwy są połączone ze sobą.
- Każda warstwa jest połączona przez laserowo wierconymi i miedziowanymi przelotkami (microvia).
 - Daje to ogromne możliwości projektantom w tworzeniu elastycznych projektów.
- Pozwala na osiągnięcie wysokiej gęstości połączeń.
- Osiąga się duży stopień miniaturyzacji.
- Pozwala stworzyć cienkie, niewielkie i elastyczne płytki drukowane.
- Niebezpieczeństwem jest możliwość stworzenia niepożądanych mostków między ścieżkami.
- Płytki z ELIC są używane do produkcji sprzętu pracującego z wysokimi częstotliwościami pracy.

- Początek produkcji płytek ELIC zaczyna się od wywiercenia otworów laserem i ich metalizowania. Na nią nakłada się kolejną warstwę laminatu i proces wiercenia oraz metalizowania się powtarza. Proces powtarza się, aż do utworzenia kompletnego stosu ELIC.

ELIC (Every Layer Interconnect)

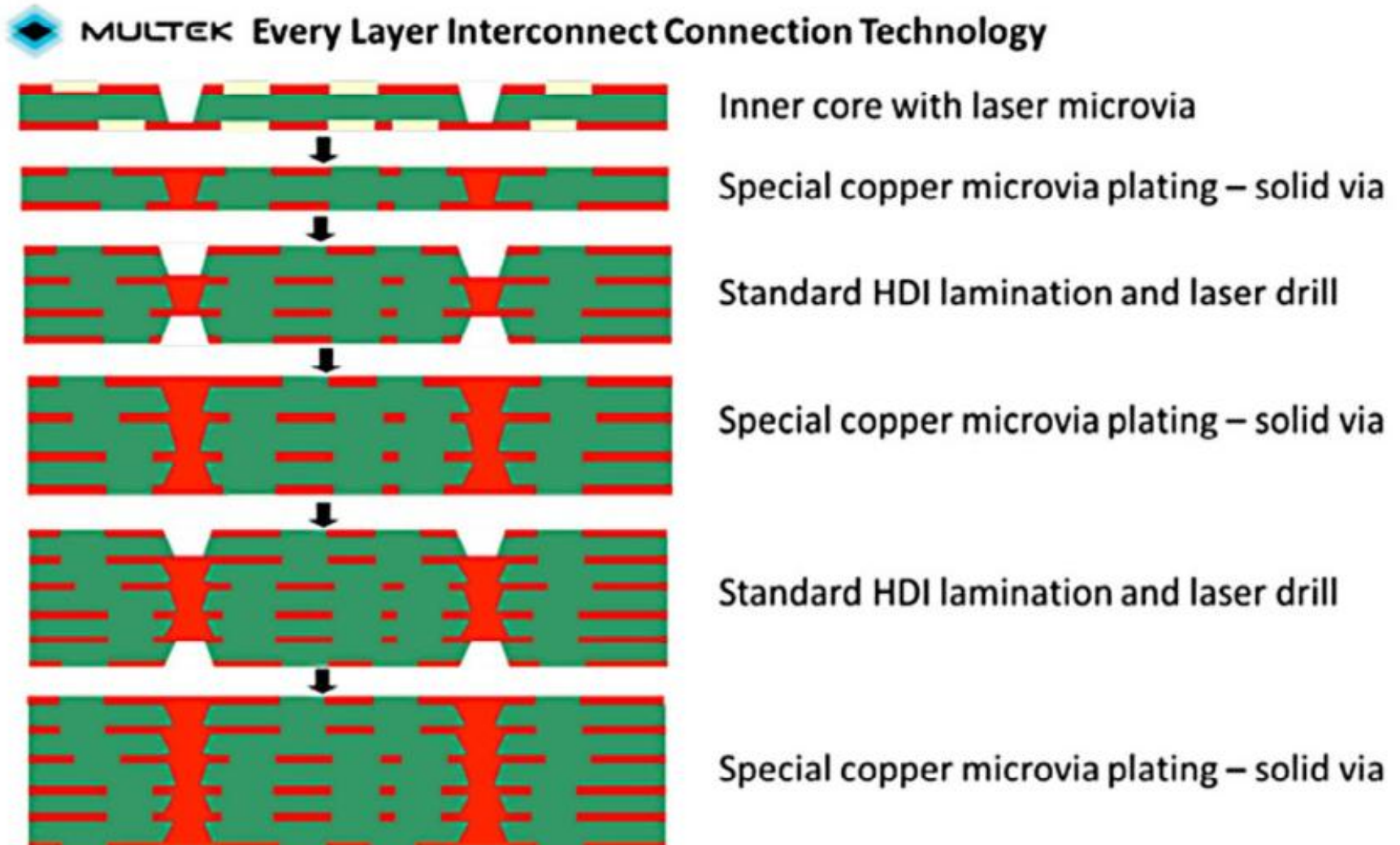


Figure 3: ELIC sequential lamination steps to form solid copper stacked microvias.

Pytania powtórkowe

1. Zdefiniuj płytke drukowaną?
2. Co to było połączenie punkt - punkt?
3. Kto wynalazł obwody drukowane?
4. Na czym polega Produkcja offsetowa płytek drukowanych?
5. Jakie oprogramowanie wspomaga produkcję płytek drukowanych?
6. Opisz proces produkcji płytek drukowanych.
7. Co to jest montaż przewlekany?
8. Co to jest montaż powierzchniowy?
9. Na czym polega lutowanie na fali?
10. Na czym polega lutowanie bezdotykowe?
11. Jakie sa zalety płytek drukowanych wielowarstwowych?
12. W jaki sposób są produkowane wielowarstwowe płytki drukowane?
13. Czym się wyróżnia technika HDI (High Density Interconnect)?
14. Czym się wyróżnia technika ELIC (Every Layer Interconnect)?