

2.1

Rodzaje elementów elektronicznych

Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

- jak rozpoznawać różne elementy elektroniczne,
- czym są elementy bierne i czynne,
- dlaczego ważne jest korzystanie z not katalogowych.

Podczas wykonywania swoich zadań elektronik musi rozpoznawać różne elementy elektroniczne. Kieruje się wyglądem zewnętrznym, oznaczeniami umieszczonymi na elementach lub symbolami znajdującymi się zarówno na schematach, jak i na płytkach drukowanych. Oznaczenia spotykane na schematach i laminatach nie są jednakowe. W różnych krajach funkcjonują odmienne oznaczenia elementów.

ZAPAMIĘTAJ

Istnieją dwa rodzaje montażu elementów elektronicznych:

- przewlekany, w którym nóżki elementu przechodzą na wylot przez laminat; elementy są umieszczone z jednej strony, a lutowane – z drugiej;
- powierzchniowy, w którym elementy są umieszczone na powierzchni laminatu i na tej samej stronie lutowane.

Podczas przygotowywania dokumentacji lub nadruków na płytki drukowane producenci lub projektanci ze względów technologicznych często muszą odstąpić od zwyczajowo przyjętych symboli.

ZAPAMIĘTAJ

Istnieje wiele sposobów podziału elementów elektronicznych zależnie od sposobu ich działania lub pełnionej przez nie funkcji. Podziały te są pomocne podczas rozważań teoretycznych, projektowania urządzeń bądź planowania montażu. Najczęściej można spotkać się z podziałem na:

- **elementy aktywne** (czynne) i **pasywne** (bierne) – elementy aktywne biorą udział w przetwarzaniu energii, natomiast elementy bierne absorbują energię lub ją magazynują;
- **liniowe** i **nieliniowe** – elementy, których charakterystyki przetwarzania wielkości fizycznych są liniowe bądź nieliniowe;
- **montaż przewlekany** lub **powierzchniowy** – determinuje sposób montażu elementów;
- **elementy dyskretne** i **scalone** – elementy dyskretne są pojedynczymi elementami odwzorowującymi pojedynczą wielkość fizyczną, elementy scalone zawierają w strukturze wiele elementów odpowiedzialnych za różne funkcje i wielkości.

W przypadku części elektronicznych, mechanicznych i laminatów ważna jest umiejętność korzystania z katalogów w celu dobrania właściwych elementów bądź ich zamienników. Poleganie wyłącznie na pamięci i szablonowych rozwiązaniach może prowadzić do błędnych decyzji.



WARTO WIEDZIEĆ

Nota katalogowa [ang. DATASHEET] jest istotnym dokumentem w pracy elektronika. Pozwala nie tylko sprawdzić, jakie wyprowadzenia ma dany układ, lecz także poznać zalecaną temperaturę pracy oraz przykładowe zastosowania (często ze schematami). Zawiera też wiele uwag i pomocnych informacji o działaniu układu oraz o jego montażu.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co to jest element bierny?
2. Czym charakteryzuje się element czynny?
3. Opisz rodzaje montażu elementów na płytkach drukowanych.
4. Do czego jest potrzebna dokumentacja techniczna?
5. Czy oznaczenia elementów na schematach i płytkach drukowanych są takie same?

2.2

Laminaty i płytki drukowane

Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

- jakie są rodzaje laminatów,
- jakie są rodzaje płytek drukowanych,
- co to są przelotki i metalizacje,
- jak oznacza się elementy na laminatach.

Płytką drukowaną powstaje z materiału izolacyjnego pokrytego warstwą miedzi, która pełni funkcję przewodnika łączącego poszczególne komponenty. Miedziane połączenia elektryczne nazywa się **ścieżkami**, a punkty mocowania elementów – **padami**.

Płytki drukowane mogą być jedno- lub dwustronne. W bardziej zaawansowanych urządzeniach stosuje się płytki z warstwami wewnętrznymi, których może być nawet kilkadziesiąt.

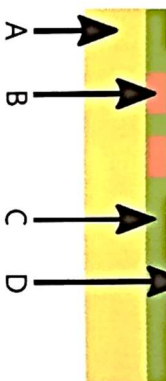
WARTO WIEDZIEĆ

Laminaty są rodzajem materiałów kompozytowych, czyli składających się z kilku komponentów. Laminaty wykonuje się z połączenia co najmniej dwóch materiałów, np. włókna szklanego i żywicy.

Laminaty produkuje się w wersjach sztywnych i elastycznych. Ważną rolę odgrywa w nich materiał dielektryczny, gdyż to on definiuje maksymalną temperaturę pracy oraz przydatność w układach o dużej częstotliwości.

Tab. 2.1. Zestawienie materiałów dielektrycznych do produkcji laminatów

Materiał	Opis	Temperatura	Przykładowi producenci
FR4	laminat z włókna szklanego z żywicą epoksydową	135°C	Isola, Nanya
FR bezhalogenowy	taki sam jak FR, ale niewydzielający szkodliwych substancji w czasie spalania	140°C	ShengYi, Nanya, IZO-ERG (Polska)
FR4 highT, FR5	laminaty o podwyższonej odporności na temperaturę	170°C	Nelco, Panasonic
RCC	miedziana folia pokryta żywicą epoksydową	130°C	SengYi
PD	materiał poliamidowy na bazie włókien aramidowych (kevlaru)	260°C	Rogers



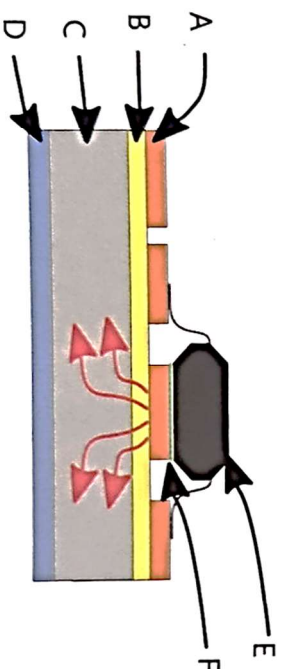
Rys. 2.1. Laminat jednostronny:

A – warstwa nośna dielektryczna, B – ścieżki miedziane, C – lakier, D – nadruk oznaczeń

WARTO WIEDZIEĆ

Kolor lakieru soldermaski nie ma znaczenia pod względem technicznym, ale często wykorzystuje się go, aby zwiększyć walory estetyczne urządzenia. Przykładowo: płyty główne do komputerów mają różnokolorowe maski (białe, czarne, czerwone, zielone, niebieskie) w celu uatrakcyjnienia w oczach fanów produktu modyfikowania podzespołów komputerowych.

Czasem można spotkać się z płytkami miedziano-aluminiowymi, w których miedź służy jako przewodnik (i na niej wykonuje się ścieżki), a aluminium pełni funkcję ekranu lub radiatora.



Rys. 2.2. Przykład laminatu aluminiowego:

A – warstwa miedzi o grubości od 18 do kilkuset μm , B – warstwa dielektryka o grubości od 50 μm , C – warstwa aluminium o grubości od 0,5 do kilku milimetrów, D – folia ochronna, E – układ scalony generujący ciepło, F – klej lub pasta termoprzewodząca; czerwone strzałki pokazują oddawanie ciepła z układu do miedzi, skąd jest wypromieniowywane w przestrzeń

Warstwa dielektryka w laminatach tego typu jest bardzo cienka, gdyż dielektryk źle przewodzi ciepło. Cienitka warstwa pozwala na dobry transfer ciepła do aluminium. Niestety, jednocześnie ogranicza dopuszczalne napięcia, gdyż istnieje ryzyko przebicia elektrycznego warstwy dielektrycznej.

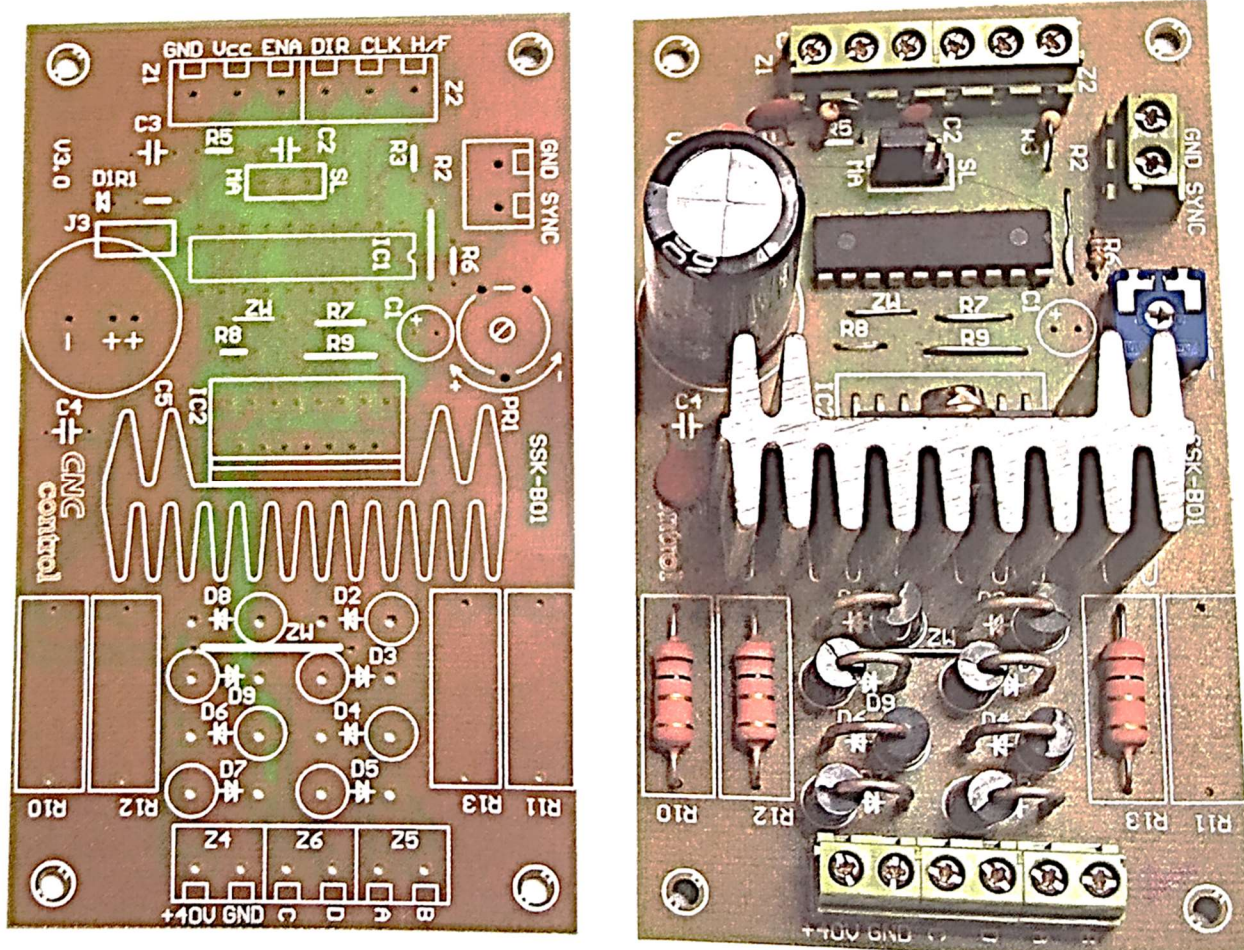
Folia ochronna służy zabezpieczeniu aluminium w czasie obróbki chemicznej (trawienia) płytki.

Kolejnym przykładem płytek drukowanych są płytki o grubych warstwach miedzi, przeznaczone do wykonywania silników, przetwornic i innych urządzeń. Jest w nich wymagany przepływ dużych prądów, a grubość folii miedzianej znacznie przekracza 100 μm (0,1 mm).

Na rys. 2.3 (po lewej stronie) przedstawiono płytkę drukowaną z naniesionymi symbolami elementów. Symbole różnią się od tych stosowanych na schematach. Uwzględniają sposób montażu oraz powierzchnię zajmowaną przez elementy. Oznaczenia literowe i cyfrowe pokrywają się z tymi, które znajdują się na schematach elektrycznych, np.:

- C – kondensator,
- R – rezystor,
- PR – potencjometr,
- D – dioda,
- IC – układ scalony.

Zwory mogą być oznaczone jako R o wartości 0 Ω lub jako ZW.



Rys. 2.3. Płytki drukowane jednostronne (strona elementów): po lewej – przed montażem elementów, po prawej – z zamontowanymi elementami

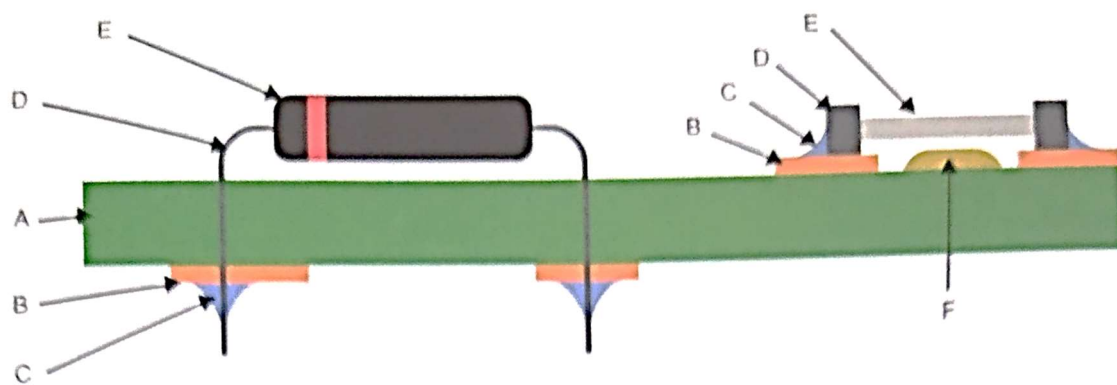
ZAPAMIĘTAJ

PCB [ang. PRINTED CIRCUIT BOARD] – płytki drukowane.

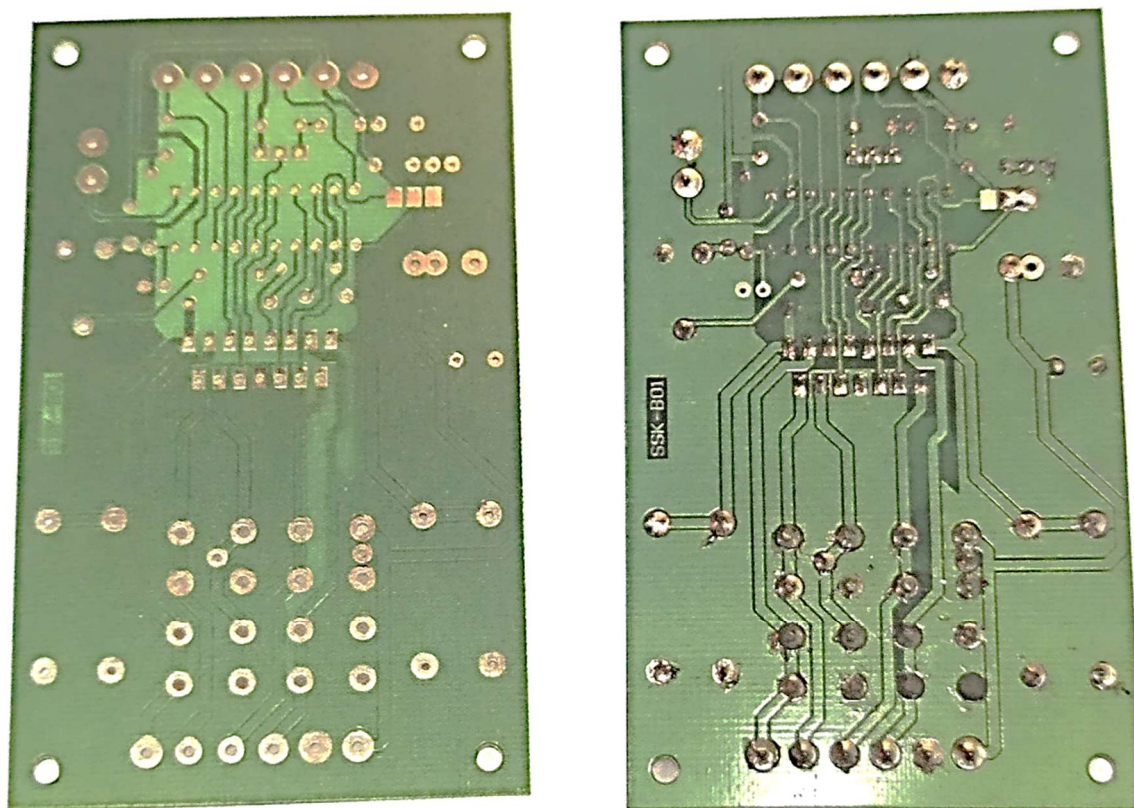
THT [ang. THROUGH-HOLE TECHNOLOGY] – montaż przewlekany.

SMT [ang. SURFACE MOUNT TECHNOLOGY] – montaż powierzchniowy.

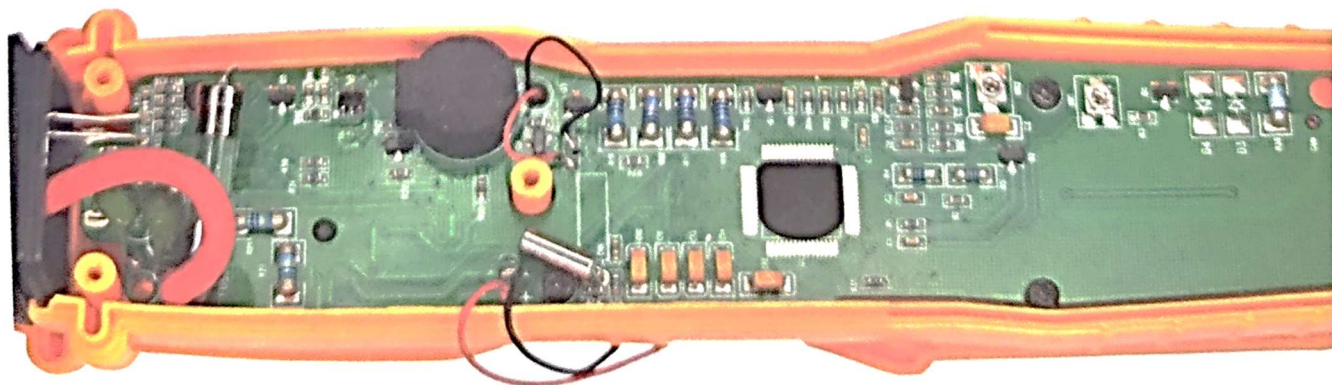
SMD [ang. SURFACE MOUNTED DEVICES] – elementy do montażu powierzchniowego.



Rys. 2.4. Przykład montażu: po lewej – THT, po prawej – SMT:
A – laminat, B – folia miedziana (ścieżka), C – lut (cyna), D – wyprowadzenie elementu, E – element, F – klej

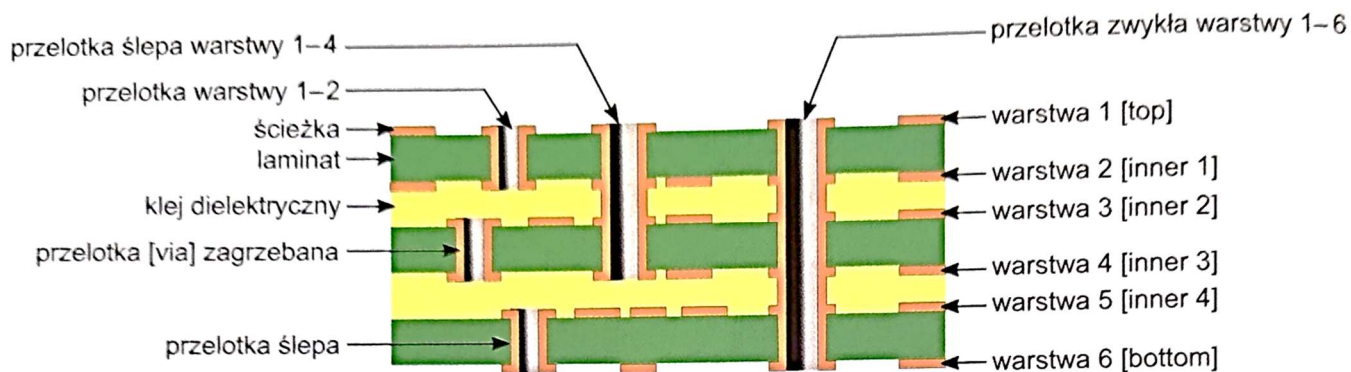


Rys. 2.5. Płytką drukowaną jednostronna, strona ścieżek: po lewej – przed lutowaniem, po prawej – po lutowaniu



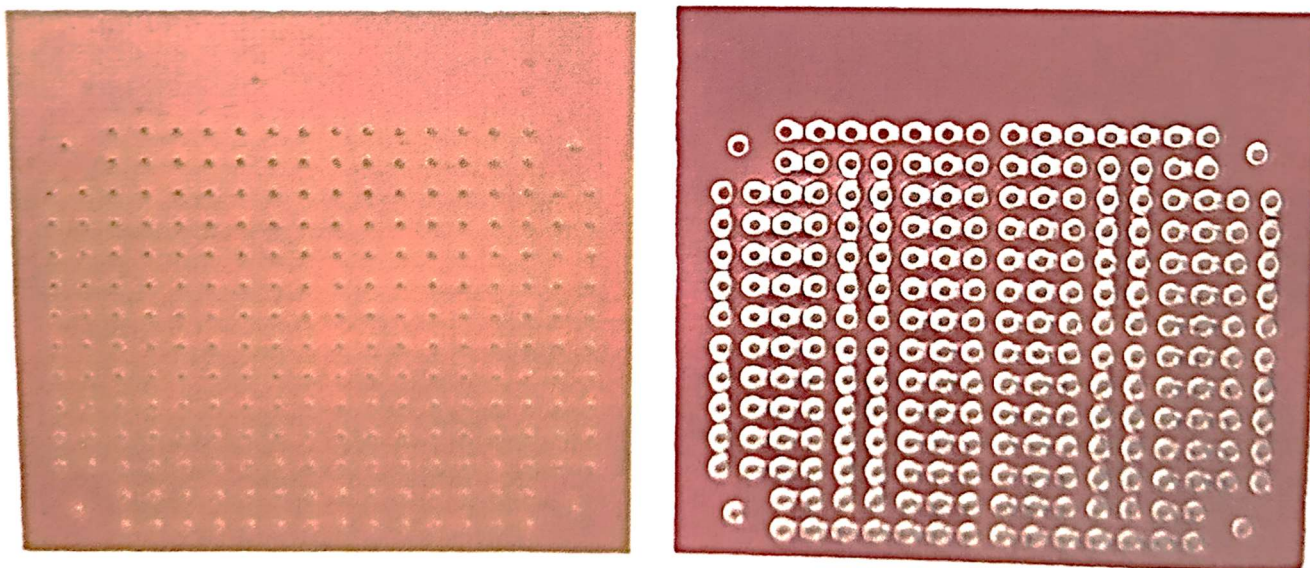
Rys. 2.6. Przykład urządzenia (multimetr długopisowy) z laminatem dwustronnym i montażem powierzchniowym

Do produkcji laminatów do płytek drukowanych wykorzystuje się wiele materiałów pełniących funkcję dielektryka. Samego laminatu nie można oczywiście nazwać płytką drukowaną. W laminacie stosuje się otwory do montażu przewlekane, tzw. przelotki, łączące ze sobą ścieżki położone na różnych warstwach. Otwory w płytkach drukowanych często się metalizuje, co zapewnia połączenie elektryczne pomiędzy warstwami oraz ułatwia lutowanie elementów.



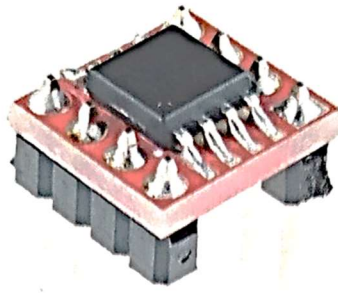
Rys. 2.7. Przykład laminatu 6-warstwowego, rodzaje przelotek

W elektronice do budowy prototypów używa się płytek drukowanych uniwersalnych, które pozwalają na wykonanie połączeń lutowanych w projektowanych układach. Takie płytki cechują się dużą liczbą pól lutowniczych i są produkowane w wielu wariantach, tak aby dało się dobrać rozwiązanie najlepiej pasujące do wykonywanego projektu.



Rys. 2.8. Przykład płytki drukowanej uniwersalnej jednowarstwowej

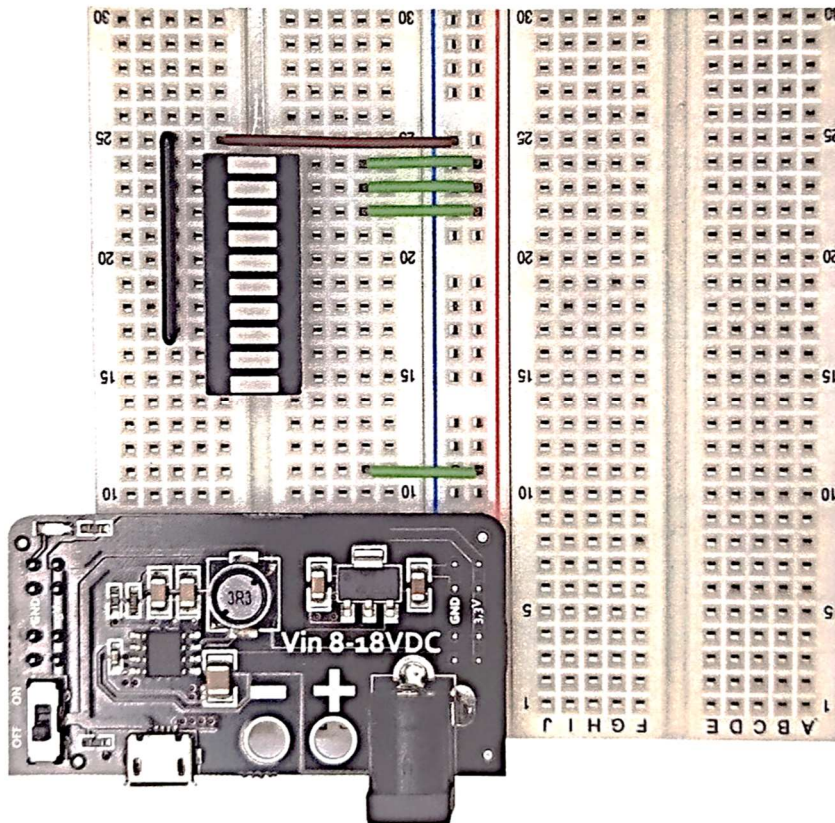
Płytki tego typu zazwyczaj są jednostronne i przeznaczone do montażu przewlekane. Wykonuje się również płytki uniwersalne będące adapterami do układów do montażu powierzchniowego, pozwalających po ich wlutowaniu na montaż takiego modułu w płytce uniwersalnej przystosowanej do montażu przewlekane.



Rys. 2.9. Adapter elementów SMD do montażu THT

WARTO WIEDZIEĆ

Od kilku lat coraz częściej zamiast płytek uniwersalnych używa się płytek stykowych, które – mimo że mają taką samą funkcjonalność – pozwalają na wielokrotny montaż elementów elektronicznych bez lutowania.



Rys. 2.10. Przykład płytki stykowej z zamontowanymi elementami elektronicznymi i zasilaczem

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co to jest przelotka ślepa?
2. Ile warstw mogą mieć laminaty?
3. Do czego stosuje się laminaty aluminiowe?
4. Wyjaśnij, co oznacza nazwa FR4.
5. Do czego używa się laminatów na bazie PTFE?

2.3

Obudowy elementów do montażu przewlekanego

Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

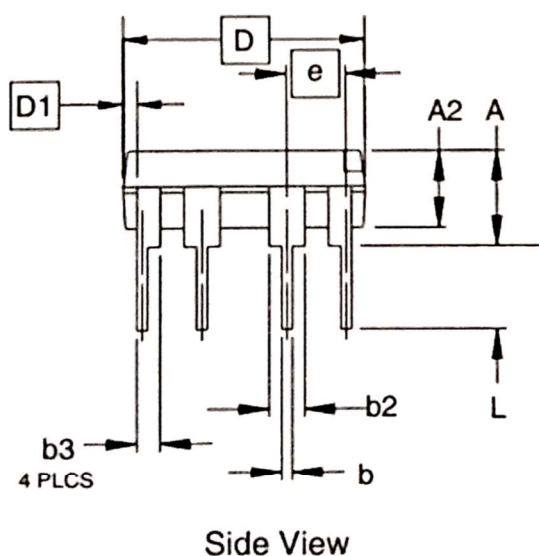
- jakie są rodzaje obudów elementów elektronicznych,
- jakie wyróżnia się rodzaje obudów układów scalonych,
- jakie są rodzaje obudów elementów do montażu przewlekanego.

Obudowa – poza zapewnieniem ochrony mechanicznej – pełni również dodatkowe funkcje, takie jak:

- przepuszczanie fal optycznych,
- transport ciepła,
- izolacja galwaniczna.

Rozwój elektroniki sprawił, że powstały nowe rodzaje obudów. Stworzono je przede wszystkim z myślą o miniaturyzacji elementów. Postęp w tej dziedzinie wymusiły również nowe techniki produkcji i montażu powierzchniowego.

Obudowy do montażu przewlekanego (THT) tracą na znaczeniu. Coraz częściej używa się ich jedynie w przypadku montażu elementów o dużej mocy, ponieważ typowym rastrem dla takich elementów jest 2,54 mm i trudno go zminiaturyzować. Ponadto wymaga to wiercenia laminatu, co jest czaso- i pracochłonne.



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = inches)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A			0.210	2
A2	0.115	0.130	0.195	
b	0.014	0.018	0.022	5
b2	0.045	0.060	0.070	6
b3	0.030	0.039	0.045	6
c	0.008	0.010	0.014	
D	0.355	0.365	0.400	3
D1	0.005			3
E	0.300	0.310	0.325	4
E1	0.240	0.250	0.280	3
e	0.100 BSC			
eA	0.300 BSC			4
L	0.115	0.130	0.150	2

Rys. 2.11. Fragment noty katalogowej mikrokontrolera w obudowie typu DIL-8, w której podano wymiary układu; wymiar „e” oznacza raster, który wynosi 0,1”

W elektronice często używa się brytyjskich jednostek długości.

Cal [ang. INCH] oznacza się jako: 1 cal, 1", 1 in.

1 in = 2,54 cm lub 25,4 mm.

Raster często oznacza się jako: 0,1 BSC lub 0,1", co = 2,54 mm.

Jednostką pochodną od cala jest mil, który wynosi 1/1000 cala. Mil jest jednostką powszechnie używaną do określenia rastra podczas projektowania obwodów drukowanych.

Wtedy 0,1" = 100 mili = 2,54 mm.

2.3.1. Obudowy typu TO

Od kilkudziesięciu lat najpopularniejsze są obudowy typu TO. Montuje się w nich:

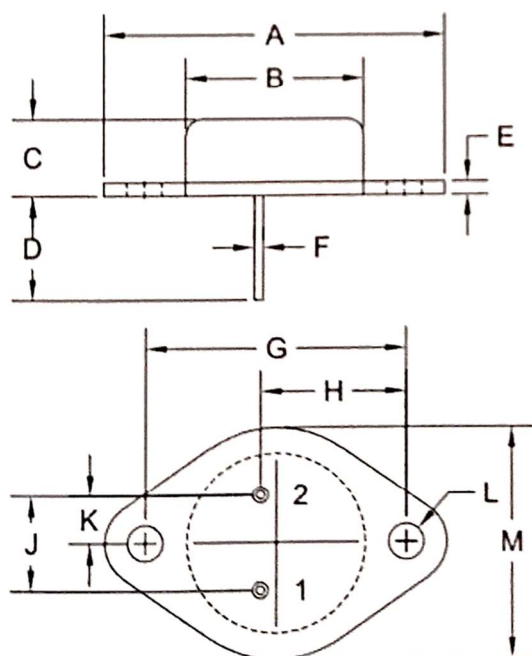
- diody;
- tranzystory, tyrystory, triaki itp.;
- proste układy scalone (wzmacniacze, stabilizatory).

Najczęściej można spotkać się z obudowami typu: TO-220, TO-92, TO-5, TO-3. W zależności od pełnionej funkcji mają one różną liczbę wyprowadzeń: od 2 do kilku.

W zależności od układu znajdującego się wewnątrz obudowy wyprowadzenia mogą pełnić różne funkcje, dlatego w celu ich weryfikacji należy się posłużyć katalogiem.

Package Details - TO-3

Mechanical Drawing



R2

SYMBOL	DIMENSIONS			
	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.516	1.573	38.50	39.96
B (DIA)	0.748	0.875	19.00	22.23
C	0.250	0.450	6.35	11.43
D	0.433	0.516	11.00	13.10
E	0.054	0.065	1.38	1.65
F	0.035	0.045	0.90	1.15
G	1.177	1.197	29.90	30.40
H	0.650	0.681	16.50	17.30
J	0.420	0.440	10.67	11.18
K	0.205	0.225	5.21	5.72
L (DIA)	0.151	0.172	3.84	4.36
M	0.984	1.050	25.00	26.67

TO-3 (REV: R2)

Lead Code:

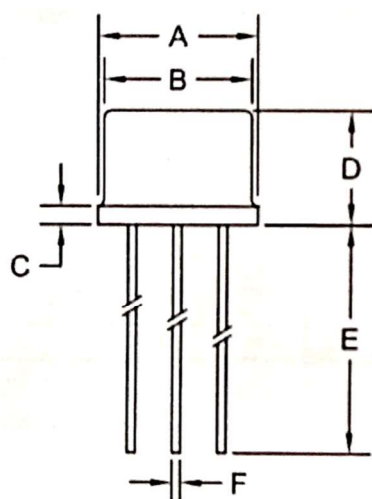
- 1) Base
- 2) Emitter
- Case) Collector

Rys. 2.12. Fragment noty katalogowej obudowy TO-3; obudowa tranzystora jest wykonana z metalu i pełni funkcję kolektora



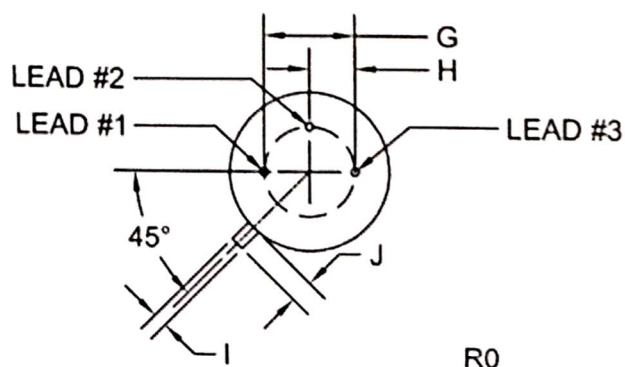
Rys. 2.13. Obudowa TO-3 ze zdjętą osłoną; widoczne wewnątrz tranzystora

TO-5 CASE - MECHANICAL OUTLINE



DIMENSIONS				
SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A (DIA)	0.335	0.370	8.51	9.40
B (DIA)	0.315	0.335	8.00	8.51
C	-	0.040	-	1.02
D	0.240	0.260	6.10	6.60
E	1.500	1.752	38.1	44.5
F (DIA)	0.016	0.021	0.41	0.53
G (DIA)	0.200		5.08	
H	0.100		2.54	
I	0.028	0.034	0.71	0.86
J	0.029	0.045	0.74	1.14

TO-5 (REV: R0)



LEAD CODE:

- 1) Emitter
- 2) Base
- 3) Collector

MARKING: FULL PART NUMBER

Rys. 2.14. Fragment noty technicznej tranzystora w obudowie TO-5

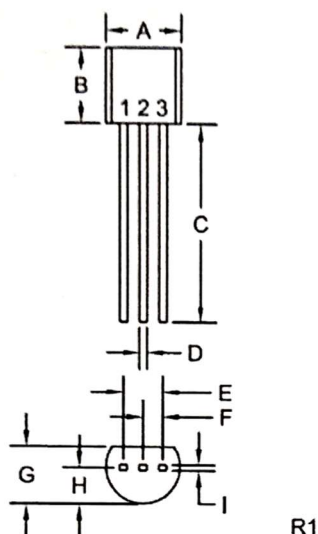
Cechą charakterystyczną obudowy TO-5 jest metalowa wypustka na boku obudowy, pozwalająca na określenie numeracji wyprowadzeń.

Package Details

TO-92 Case



Mechanical Drawing



SYMBOL	DIMENSIONS		MIN	MAX
	INCHES	MILLIMETERS		
A (DIA)	0.175	0.205	4.45	5.21
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.500	-	12.70	-
D	0.016	0.022	0.41	0.56
E	0.100	-	2.54	-
F	0.050	-	1.27	-
G	0.125	0.165	3.18	4.19
H	0.080	0.105	2.03	2.67
I	0.015	-	0.38	-

TO-92 (REV: R1)

Lead Code:

SCR*

1) Anode	1) Cathode
2) Gate or	2) Gate
3) Cathode	3) Anode

FET*

1) Drain	1) Drain
2) Source	2) Gate
3) Gate	3) Source
or	
1) Gate	1) Source
2) Source	2) Drain
3) Drain	3) Gate

PUT

1) Anode
2) Gate
3) Cathode

TRIAC

1) MT1
2) Gate
3) MT2

TRANSISTOR*

1) Emitter	1) Emitter
2) Base	2) Collector
3) Collector	3) Base
or	
1) Collector	1) Base
2) Base	2) Emitter
3) Emitter	3) Collector

* Note: See individual device datasheet for pinout information.

Packing Options

Bulk:

White corrugated box with static shielded bags

Bulk Packing Quantity: 2,500

Tape and Reel / Ammo Pack:

Radial taped in accordance with EIA-468-C

Packing Quantity: 2,000

Also available in the following lead form options

TO-92-5F, TO-92-5T, TO-92-5T1, TO-92-18F, TO-92-18R

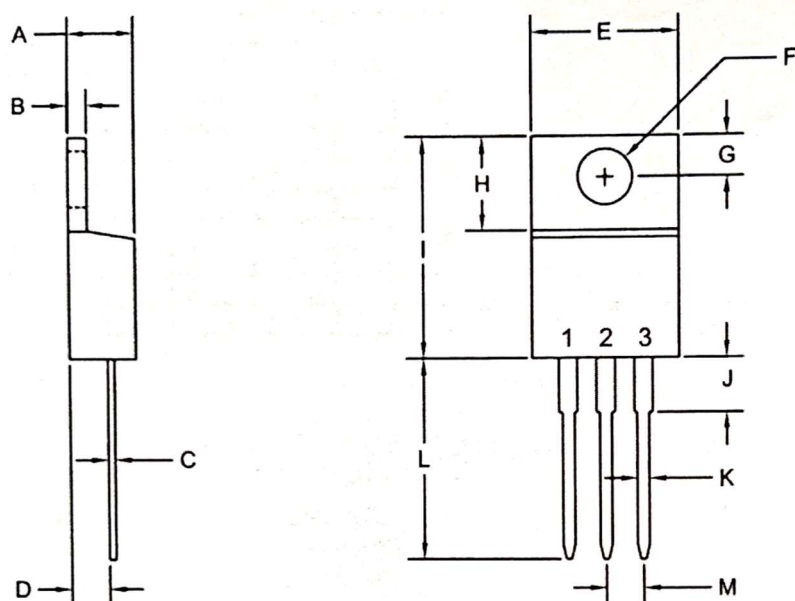
Rys. 2.15. Nota katalogowa obudowy typu TO-92; po prawej stronie w tabeli przedstawiono możliwe kombinacje wyprowadzeń dla poszczególnych typów elementów: *Anode* – anoda, *Cathode* – katoda, *Gate* – bramka, *Source* – źródło, *Drain* – dren, *Emitter* – emiter, *Collector* – kolektor, *Base* – bramka

Obudowy typu TO-92 występują w wielu wariantach, różniących się kolejnością i typem wyprowadzeń, dlatego – aby nie popełnić błędu – należy sprawdzić dany element w katalogu. Przykład różnorodności wyprowadzeń przedstawiono na rysunku 2.15. W obudowach tego typu, oprócz tranzystorów, montuje się również układy scalone, np.:

- czujniki temperatury (analogowe i cyfrowe),
- czujniki magnetyczne wykorzystujące efekt Halla,
- radio AM (układ TA 178535).

Package Details - TO-220

Mechanical Drawing



SYMBOL	DIMENSIONS			
	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.170	0.190	4.31	4.82
B	0.045	0.055	1.15	1.39
C	0.013	0.026	0.33	0.65
D	0.083	0.107	2.10	2.72
E	0.394	0.417	10.01	10.60
F (DIA)	0.140	0.157	3.55	4.00
G	0.100	0.118	2.54	3.00
H	0.230	0.270	5.85	6.85
I	0.560	0.625	14.23	15.87
J	-	0.250	-	6.35
K	0.025	0.038	0.64	0.96
L	0.500	0.579	12.70	14.70
M	0.090	0.110	2.29	2.79

TO-220 (REV: R2)

R2

LEAD CODE:

TRIAC

- 1) MT1
- 2) MT2
- 3) GATE

SCR

- 1) CATHODE
- 2) ANODE
- 3) GATE

TRANSISTOR

- 1) BASE
- 2) COLLECTOR
- 3) EMITTER

Note: TAB is Common to Pin 2

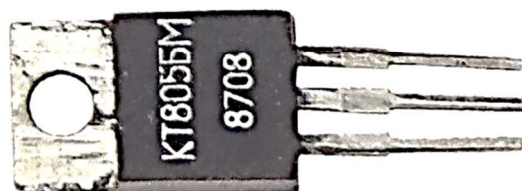
Packing Information

Standard: Bulk

Devices are bulk packed in white corrugated box with black conductive coating (surface resistivity of $<10^5$ ohms per square)

Rys. 2.16. Fragment noty katalogowej obudowy TO-220

Obudowy TO-220 występują jako dwu-, trzy- i pięciowyprowadzeniowe. Używa się ich do tranzystorów (3 wyprowadzenia) oraz m.in. do diod (2 wyprowadzenia), stabilizatorów napięcia (3 wyprowadzenia), zespolonych wzmacniaczy mocy (5 wyprowadzeń).



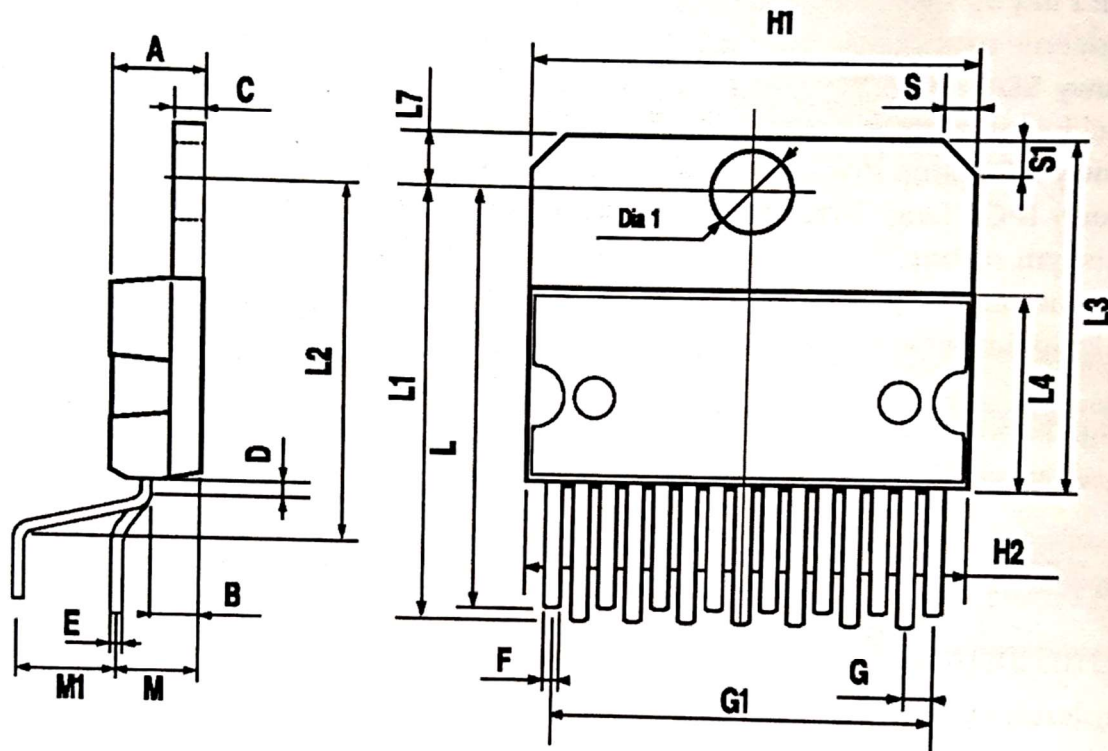
Rys. 2.17. Obudowa TO-220

2.3.2. Obudowy typu multiwatt

Obudowy typu multiwatt mają różną liczbę wyprowadzeń – od kilku do ponad dwudzie-
stu; wskazuje na nią liczba po nazwie. Stosuje się je do:

- wzmacniaczy audio,
- stabilizatorów impulsowych,
- sterowników silników krokowych.

Obudowy typu multiwatt są przeznaczone do pracy z radiatorem i mogą obsłużyć moce
rzędu 100 W.



Rys. 2.18. Fragment noty technicznej obudowy Multiwatt-15



Rys. 2.19. Obudowa Multiwatt-15

2.3.3. Obudowy typu DIP i SIL

Obudowy DIP [ang. DUAL IN LINE PACKAGE], nazywane także **DIL**, mają różną liczbę wyprowadzeń (od 4 do 48, a czasem nawet 64). Różnią się również szerokością – im więcej wyprowadzeń, tym większa szerokość układu. Obecnie istnieją dwie szerokości układów: DIP-300 o szerokości 300 mili (7,62 mm) i DIP-600 o szerokości 600 mili (15 mm, 24 mm). W obudowach DIP umieszcza się głównie układy scalone i drabinki rezystancyjne.

Obudowy SIP [ang. SINGLE IN LINE PACKAGE], nazywane także **SIL**, są obecnie rzadko spotykane i używa się ich głównie podczas produkcji mostków rezystancyjnych. Pierwsze wyprowadzenie oznacza się w nich kropką bądź kreską.

Obudowy SDIP [ang. SHRINK DUAL IN LINE PACKAGE] są obudowami o zmniejszonej szerokości i / lub zmniejszonym rastrze wyprowadzeń.

Obudowy PGA [ang. PIN GRID ARRAY] mają wyprowadzenia z dołu (pod obudową).

Obudowy IPGA [ang. INTERSTITIAL PGA] również mają wyprowadzenie pod obudową, ale o gęstszym rastrze.

W obudowach PGA i IPGA pierwszy pin oznacza się przez ścięcie narożnika lub za pomocą kropki w jednym z narożników.

Package Information

18-pin DIP (300mil) Outline Dimensions

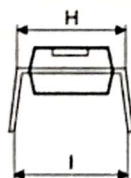
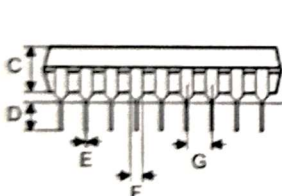
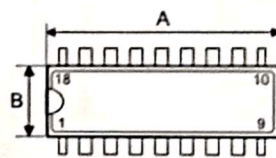
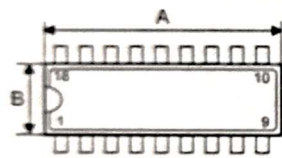


Fig1. Full Lead Packages

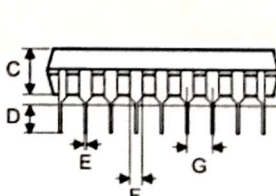
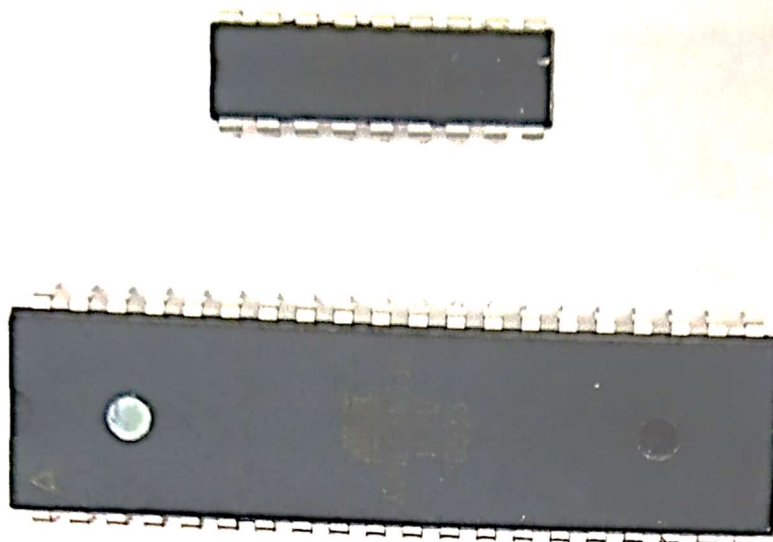


Fig2. 1/2 Lead Packages

• MS-001d (see fig1)

Symbol	Dimensions in mil		
	Min.	Nom.	Max.
A	880	—	920
B	240	—	280
C	115	—	195
D	115	—	150
E	14	—	22
F	45	—	70
G	—	100	—
H	300	—	325
I	—	—	430

Rys. 2.20. Karta katalogowa: wymiary obudowy typu DIP 18 (warto zwrócić uwagę na sposób numeracji wyprowadzeń)



Rys. 2.21. Porównanie obudów DIP 18 (na górze) i DIP 40 (na dole)

Tab. 2.2. Standardy obudów układów scalonych do montażu przewlekane

Nazwa	Liczba pinów	Raster / Obudowa
DIP	4, 6, 8, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 32, 36, 40, 42, 48, 64	2,54 mm / prostokątna
SDIP (obudowa ścieśniona)	20, 22	2,54 mm / prostokątna
SDIP (obudowa ścieśniona)	30, 42, 64	1,778 mm / prostokątna
PGA	68–450	2,54 mm / kwadratowa
IPGA	68–450	1,27 mm / kwadratowa

Układy DIP / DIL mają charakterystyczne wcięcia na jednym z krótszych boków. Wcięcie albo kropka przy pierwszym pinie informują o początku numeracji wyprowadzeń.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co oznacza skrót THT?
2. Jakie znasz obudowy do montażu THT?
3. Opisz wygląd obudowy DIL.
4. Jakie znasz wersje obudowy typu TO?
5. Czym charakteryzuje się obudowa typu multiwatt?