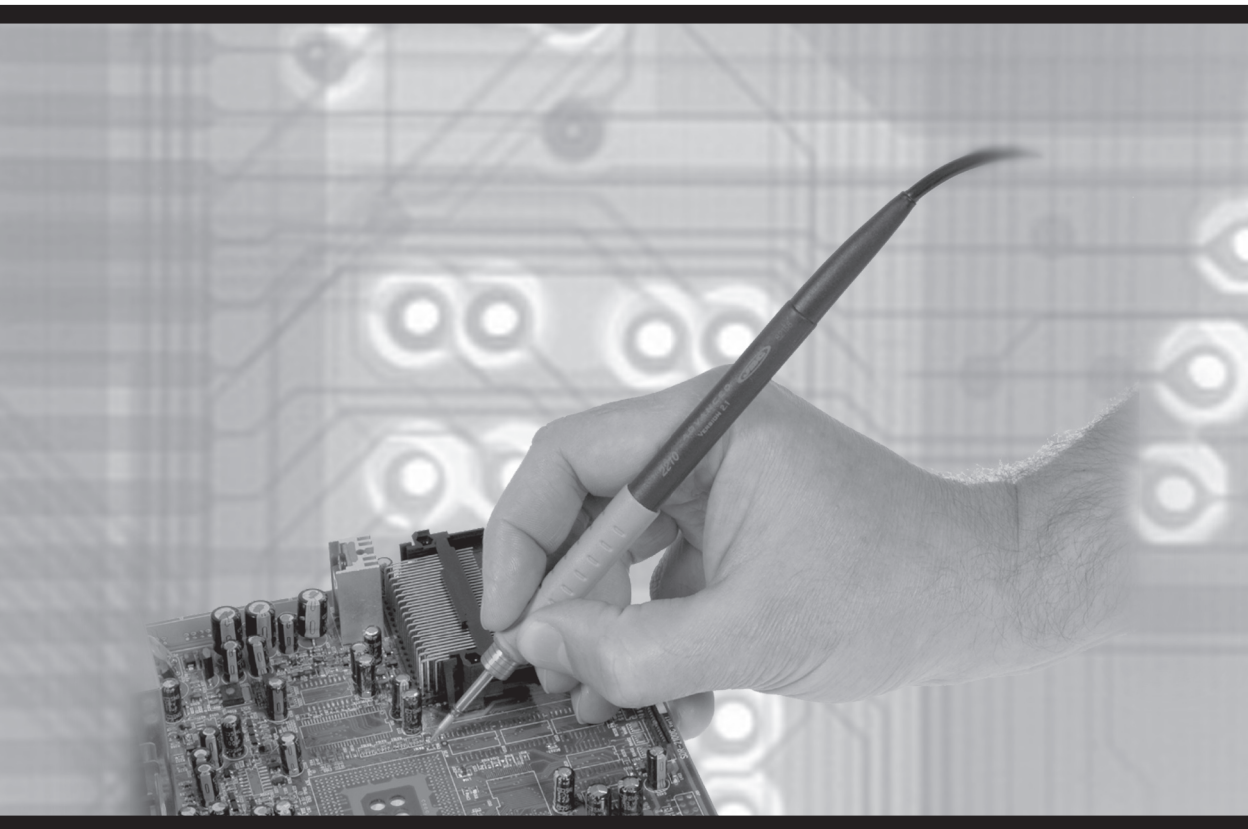


# 1

## Wprowadzenie



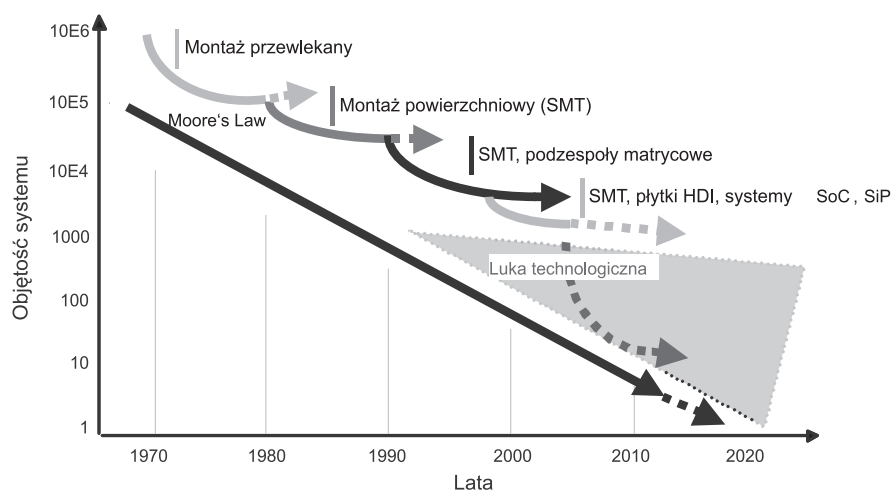
Niniejszej książce, mającej spełniać funkcję poradnika, omawiane są najważniejsze aspekty związane z podstawami projektowania oraz zasadami montażu płytek obwodu drukowanego. Płytki obwodu drukowanego są podstawowym podzespołem każdego urządzenia elektronicznego. Konstrukcję urządzenia można rozpatrywać w kategoriach jego budowy lub w kategoriach realizowanego przez niego zadania. Autorowi bliższe jest postrzeganie urządzenia elektronicznego przez aspekt jego budowy oraz sposobu montażu. Postęp w zakresie montażu urządzeń elektronicznych jest możliwy między innymi dzięki postępowi, jaki ciągle dokonuje się nie tylko w zakresie podzespołów półprzewodnikowych i materiałów montażowych, ale także w wykorzystywaniu nowych, ulepszonych procesów montażu. Działania te podporządkowane są dwóm podstawowym celom ogólnym: zwiększeniu gęstości upakowania i zwiększeniu funkcjonalności urządzeń. Dzięki tym działaniom urządzenia stają się mniejsze, bardziej funkcjonalne, a także tańsze, co poszerza krąg ich odbiorców.

Urządzenie elektroniczne (UE) jest to zbiór elementów elektronicznych i uzupełniających elektrycznych i mechanicznych, których łącznym działaniem jest realizacja z góry założonych funkcji w sposób typowo elektroniczny. Elementy elektroniczne to takie elementy, których działanie oparte jest na zjawiskach elektronowych. Zjawiska te mogą zachodzić w próżni (np. lampy elektronowe) lub w ciele stałym (np. tranzystory czy układy scalone). Często elementami elektronicznymi nazywamy inne elementy urządzeń, które wykorzystują zjawiska elektryczne i magnetyczne, np. filtry pasmowe czy głośniki. Przykładem elementu uzupełniającego może być rezystor lub kondensator. W praktyce konstruowania UE bardzo często jest konieczne wykorzystywanie elementów mechanicznych. Są one niezbędne do nadania odpowiedniej formy UE. Każde urządzenie bowiem musi mieć odpowiednią obudowę, która umożliwi jego wykorzystanie w przewidzianych warunkach środowiskowych. Zadaniem obudowy wraz z konstrukcją nośną jest integracja elementów elektronicznych i elektrycznych w taki sposób, aby urządzenie mogło spełniać przewidzianą dla niego funkcję.

Zespół elektroniczny składa się z jednego lub kilku elementów półprzewodnikowych; są one połączone z elementami biernymi zwykle na płycie obwodu drukowanego, która scala całość w pewien system i wykorzystuje do tego specyficzne sposoby montażu. Taka całość realizuje funkcje, które mogą być realizowane w sposób typowo elektroniczny, analogowo lub cyfrowo, ale całość dodatkowo musi spełniać wymogi mechaniczne i środowiskowe.

Montaż elektroniczny jest zbiorem czynności i operacji technologicznych, które prowadzą do obudowywania oraz połączenia elementów przyrządów półprzewodnikowych i układów elektronicznych w celu uzyskania funkcjonalnego podzespołu i/lub urządzenia elektronicznego. W dobie ciągłego opracowywania coraz bardziej funkcjonalnych układów scalonych to montaż elektroniczny w znacznej mierze decyduje o funkcjonalności, niezawodności oraz kosztach podzespołów i urządzeń. Konieczność zmian w montażu wynika z luki technologicznej, jaka się wytworzyła między intensywnie rozwijającym się przemysłem półprzewodnikowym a możliwościami technik montażu (**rysunek 1.1**). Zmieniają się materiały i techniki pozwalające na łączenie w funkcjonalną całość złożonych systemów elektronicznych. Do lat

70. ubiegłego wieku w montażu dominowała technologia montażu przewlekanego, a w następnej dekadzie – technologia montażu powierzchniowego. Jej wprowadzenie było konsekwencją udoskonalania technologii warstwowych na potrzeby produkcji układów hybrydowych (cienko- i/lub grubowarstwowych). W tamtych warunkach nie wykonywano otworów w podłożach układów hybrydowych, a pojawienie się podzespołów nieobudowanych typu *chip* narzuciło potrzebę montażu płaskiego. Skuteczne zastosowanie technologii płaskiego montażu w produkcji układów hybrydowych nasunęło myśl, aby tę technologię wykorzystać szerzej w montażu płytek obwodów drukowanych. Na początku lat 80. pojawiło się w obiegu pojęcie montaż powierzchniowy (ang. SMT – *Surface Mount Technology*). Rozwój technologii montażu powierzchniowego następował w dalszym ciągu. Siłami napędowymi rozwoju były możliwości w zakresie: zwiększania gęstości upakowania, skracania długości połączeń oraz poprawy niezawodności wynikającej z coraz lepszego opowania elementów w warunkach stosowanej technologii. Wyścig o uzyskiwanie coraz większej gęstości upakowania rozpoczyna się już na poziomie układów scalonych. Wzrostowi gęstości upakowania sprzyja coraz powszechniejsze zastosowanie układów scalonych w obudowach z wyprowadzeniami rozmieszczonymi matrycowo (zamiast obwodowo). Uzyskuje się w ten sposób coraz większą liczbę wyprowadzeń przypadającą na jednostkę powierzchni montażowej, jaką zajmuje układ scalony (tabela 1.1). Przejście z obudów układów scalonych z wyprowadzeniami obwodowymi na obudowy z wyprowadzeniami matrycowymi oraz zmiana techniki montażu z przewlekanego na rzecz powierzchniowego spowodowały zmniejszenie powierzchni przypadającej na jedno wyprowadzenie z kilkunastu mm<sup>2</sup> do niewiele ponad 1 mm<sup>2</sup>. Dzięki obu tym zmianom, a także wprowadzeniu połączeń typu kontaktów czołowych (ang. *flip chip*) istotnie zmniejszyła się wysokość układu scalonego. Dostępne są układy scalone w obudowach o wysokości nieprzekraczającej 1,2 mm, a nawet pojawiły się rozwiązania pozwalające umieścić strukturę półprzewodnikową wewnątrz karty kredytowej. Dalsza integracja układów półprzewodnikowych z podłożami uzupełnionymi o podzespoły bierne jest możliwa dzięki takim rozwiązaniom jak systemy SoC (*System on Chip*) i SiP (*System in Chip*).



Rys. 1.1. Historia rozwoju technik montażu

Niezależnie od postępu w produkcji i dostępności nowej generacji układów scalonych dokonuje się także istotna rewolucja w zakresie produkcji płytek obwodów drukowanych. Wzrasta zapotrzebowanie na płytki o dużej gęstości upakowania (HDI, ang. *High Density Interconnection*). Poszukuje się rozwiązań, w których w wewnętrznych warstwach płytek obwodów drukowanych będą umieszczane elementy bierne, a także światłowodowy. Dla sprostania tym wyzwaniom konieczna jest zmiana bazy materiałowej i w konsekwencji zmiana w technologii montażu. Wynika to między innymi z dodatkowych wymagań związanych z ekologią i obowiązującymi uwarunkowaniami prawnymi (dyrektywy WEEE oraz RoHS).

**Tab. 1.1.** Typowe gęstości upakowania uzyskiwane dla różnej architektury wyprowadzeń, typów obudowy i montażu [10]

Architektura wyprowadzeń	Obwodowa				Matrycowa		
	Przewlekany		Powierzchniowy		Przewlekany	Powierzchniowy	
Typ montażu	SIP	DIP	SO	QFP	PGA	BGA	LGA(QFN)
Typ obudowy							
Podziałka [mm]	1,8 ÷ 2,54	2,54	1,27	1,27 ÷ 0,5	2,54	1,0 ÷ 1,5	0,4 ÷ 0,8
Powierzchnia [mm <sup>2</sup> ]	1091	925	158	784	9600	1600	144
Liczba I/O	64	64	32	256	1444	900	100
Powierzchnia na jedno we/wy [mm <sup>2</sup> ]	17	14,4	4,9	3,1	6,6	1,8	1,4

SIP – *Single In-line Package*,

DIP – *Dual In Line Package*,

SO – *Small Outline*,

QFP – *Quad Flat Pack*,

PGA – *Pin Grid Array*,

BGA – *Ball Grid Array*,

LGA – *Land Grid Array*, *QFN* – *Quad Flat No-Leads*

Oznaczenia szerzej wyjaśniono w rozdziale 5.