

1.1. Przeznaczenie programu

Nazwa Eagle jest akronimem angielskiego wyrażenia *Easily Applicable Graphical Layout Editor*, co w wolnym tłumaczeniu na język polski oznacza „łatwy w stosowaniu graficzny edytor obwodów drukowanych”. Nazwa w pełni charakteryzuje obsługę programu.

Program Eagle należy do rodziny programów CAD (*Computer Aided Design*). Wspomaga on użytkownika w czasie projektowania urządzeń elektronicznych. Umożliwia rysowanie schematów, jak również ręczne oraz automatyczne projektowanie obwodów drukowanych. Jego dużym atutem jest prosta, intuicyjna obsługa. Obsługa programu wymaga poznania niewielkiej liczby rozkazów, wywoływanych kliknięciem odpowiednich ikon. Dzięki temu jego obsługę można opanować względnie szybko, a program efektywnie wykorzystywać. Nie bez znaczenia jest niska cena pakietu, dostępna jest także nieco ograniczona pod względem możliwości wersja bezpłatna. Pomimo niskiej ceny, za pomocą Eagle’a możemy projektować w pełni profesjonalne płytki jedno- oraz wielowarstwowe (maksymalnie do 16 warstw) z jakością oraz dokładnością akceptowaną także w aplikacjach przemysłowych. Dzięki tym zaletom Eagle znajduje coraz więcej użytkowników zarówno na całym świecie, jak i w Polsce.

Pakiet składa się z czterech podstawowych programów: edytora schematów (*Schematic Editor*), Edytora bibliotek (*Library Editor*), edytora płytki drukowanej (*Layout Editor*) oraz Autoroutera wspomagającego prowadzenie ścieżek. Modułów tych nie wywołujemy osobno, są one uruchamiane z panelu kontrolnego, będącego głównym, nadrzędnym oknem programu. Najważniejsze możliwości poszczególnych programów, a co za tym idzie całego pakietu, umieszczono w ramce.

Ze strony internetowej producenta pakietu, firmy CadSoft (www.cadsoft.de), można bezpłatnie pobrać wersję ewaluacyjną programu, w jednej z dwóch wersji językowych (angielska lub niemiecka), dostępnych na jednej z trzech platform (Windows, Linux, Mac OS). Wersja ewaluacyjna nie jest ograniczona czasowo, wprowadzono natomiast następujące ograniczenia:

- maksymalna wielkość projektowanej płytki ograniczono do 100×80 mm,
- płytka może się składać maksymalnie z dwóch warstw miedzi (płytką dwustronna),
- schemat musi się zmieścić na pojedynczej kartce.

Pomimo tych ograniczeń wersja demonstracyjna jest w pełni przydatnym narzędziem do domowych zastosowań (większość projektów amatorskich mieści się na płytkach o wymiarach do 100×80 mm, a wykonanie w domu płytki o większej liczbie warstw miedzi niż dwie jest praktycznie niemożliwe). Można ją również użyć w celach edukacyjnych, do nauki obsługi wersji pełnej.

Jak na początku wspomniano, pakiet Eagle należy do programów z grupy CAD. Określenie to pojawiło się po raz pierwszy w roku 1960. Jest to akronim angielskiego określenia *Computer Aided Design*, które na język polski tłumaczone jest jako „projektowanie wspomagane komputerowo”. Programy pomagające elektronikom w codziennej pracy „spopularyzowały się” na końcu lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia, kiedy to na rynku pojawiły się komputery o odpowiedniej mocy

obliczeniowej i w miarę przystępnej cenie. Pierwsze wersje Eagle'a pojawiły się na rynku na początku lat 90.

Przed erą wszechobecnych komputerów płytki były projektowane ręcznie. Projektanci rysowali je zazwyczaj na papierze milimetrowym lub kalce technicznej za pomocą ołówka i gumki. Następnie kształt ścieżek był wyklejany na folii. Odbywało się to za pomocą specjalnych, samoprzylepnych symboli i ścieżek o różnych szerokościach, zazwyczaj w skali 2:1. Z folii – po odpowiednim pomniejszeniu – były wykonywane klisze, które służyły do naświetlania płytek w procesie produkcyjnym.

Ręczne projektowanie miało wiele niedogodności. Nie można było całkowicie wykluczyć błędów. Przy większej liczbie elementów występowało niebezpieczeństwo błędnego podłączenia lub nawet zgubienia ścieżki. Jeśli chodzi o programy CAD, przypadek taki jest praktycznie niemożliwy. Program Eagle wyposażono w funkcje kontrolujące projekt, dzięki czemu wszelkie błędy (*Errors*) oraz sytuacje niejednoznaczne, czyli ostrzeżenia (*Warnings*), są wykrywane i przekazywane użytkownikowi. Projektowanie płytek wielowarstwowych w porównaniu z metodą ręczną jest również o wiele łatwiejsze. Użytkownik może wyświetlić odpowiednie warstwy po kolei ułożone na sobie, każdą w dowolnie wybranym kolorze. Elementy wraz z gotowymi ścieżkami lub całe grupy elementów oraz ścieżek można bezproblemowo przesuwac lub obracać, bez potrzeby gumowania połowy projektu! Program sprawdza ustalone przez nas reguły projektowania i w przypadku ich naruszenia informuje nas o błędzie (za wąskie ścieżki, za małe odstępy itp.).

Zaletą Eagle'a jest dostępność funkcji *Undo/Redo*, czyli *cofnij* oraz *ponów*. Dzięki nim możemy za pomocą kilku kliknięć przywrócić wcześniejszy stan płytki (lub schematu). Umożliwia nam to swobodne eksperymentowanie z płytką lub schematem bez konieczności ręcznego usuwania wprowadzonych zmian. Aby przejść z edytora płytki do edytora schematów, nie potrzebujemy listy połączeń wygenerowanej ze schematu. Jakikolwiek zmiany wprowadzone w projekcie za pomocą jednego z edytorów są natychmiastowo wprowadzane do drugiego edytora. Można dzięki temu podczas projektowania płytki zmieniać obudowy elementów, wybrane już wcześniej podczas rysowania schematu. Przydaje się to między innymi wtedy, gdy chcemy pod rezystorem przeprowadzić większą liczbę ścieżek, jednakże odstęp jego wyprowadzeń nam na to nie pozawala. Za pomocą paru kliknięć myszy możemy zmienić jego obudowę na obudowę z większym rozstawem końcówek. Możemy również rozpocząć projektowanie płytki, nawet gdy schemat nie jest jeszcze całkowicie zakończony. Jest to szczególnie przydatne, gdy terminy gonią, a wybór pomiędzy jednym lub innym rozwiązaniem układowym zapadnie dopiero w najbliższym czasie.

Reasumując, Eagle jest bardzo dobrym i wciąż udoskonalanym narzędziem projektowym, niesprawiającym większych problemów podczas obsługi. Pozwala na projektowanie wysokiej jakości wielowarstwowych płytek drukowanych. Pomimo łatwości obsługi ma dużo możliwości, a dzięki przystępnej cenie (pełna wersja programu) jest dostępny również dla mniejszych biur projektowych.

Cechy użytkowe programu Eagle

Ogólne

- Powiązanie schematu i płytki za pomocą funkcji Forward&Back Annotation.
- Funkcje pomocy zmieniające się w zależności od wykonywanego polecenia.
- Brak sprzętowego zabezpieczenia przed kopiowaniem.
- Program pracuje w wielu oknach, osobnych dla edytora schematów, płytek drukowanych oraz bibliotek.
- Możliwość pisania oraz używania programów w języku użytkownika.
- Zintegrowany edytor tekstowy.
- Dostępne wersje dla Windows, Linux oraz MAC OS.

Edytor płytek drukowanych

- Maksymalna powierzchnia, na której można kreślić, wynosi 1,6 m × 1,6 m (64 × 64 cali).
- Rozdzielczość 1/10 000 mm (0,1 μm).
- Maksymalnie 16 warstw miedzi (płytki 16-warstwowa).
- Możliwość stosowania elementów przewlekanych, jak również przystosowanych do montażu powierzchniowego SMT.
- Duża liczba standardowo dołączonych bibliotek z gotowymi elementami.
- Łatwe tworzenie własnych elementów, dzięki zintegrowanemu edytorowi bibliotek
- *Undo/Redo* – funkcje cofania oraz ponawiania dowolnego rozkazu (dowolnie głęboko).
- Pliki skryptów przydatne przy wywoływaniu sekwencji rozkazów.
- Automatyczne generowanie pól o dowolnych kształtach wypełnionych miedzią.
- Możliwość kopiowania i wstawiania wybranych obszarów płytki.
- Test DRC sprawdzający płytkę pod kątem ustalonych wcześniej zasad.

Edytor schematów

- Schemat można umieścić na maksymalnie 99 kartkach.
- Test ERC sprawdzający schemat pod kątem poprawności elektrycznej.
- Możliwość zamiany identycznych elementów znajdujących się w jednej obudowie.
- Możliwość zamiany pinów spełniających te same funkcje, należących do jednego symbolu.
- Przejście za pomocą jednego rozkazu z edycji schematu do edycji płytki z tym schematem skonsolidowanej.

Autorouter

- Prowadzenie ścieżek algorytmem *Ripup & Retry*.
- Maksymalnie 16 warstw sygnałowych.
- Minimalny raster 0,02 mm (ok. 0,8 mils).
- Elementy mogą być rozmieszczone w dowolnym rastrze.
- Używa obowiązujących na płycie, ustalonych przez użytkownika reguł projektowania.
- Uwzględnia ustalone wcześniej różne klasy sygnałów (szerokość ścieżki oraz minimalne odstępy).

1.2. Wymagania sprzętowe

Do uruchomienia programu nie potrzebujemy komputera o wygórowanych parametrach. Eagle pracuje również na komputerach starszej generacji. Według producenta minimalne parametry sprzętu są następujące:

- komputer PC z procesorem 586 (proponuję jako minimum uznać Pentium z zegarem 500 MHz),
- minimum 32 MB RAM,
- 40 MB wolnego miejsca na dysku twardym,
- karta grafiki SVGA (1024 × 768 punktów),
- stacja dysków, CD-ROM, klawiatura oraz myszka.

Aby zwiększyć komfort pracy z programem, zaleca się następującą minimalną konfigurację:

- komputer PC z procesorem taktowanym zegarem powyżej 1 GHz,
- pamięć RAM o pojemności powyżej 256 MB,
- myszka z kółkiem (*scroll wheel*).

Myszka jest podstawowym urządzeniem służącym do wprowadzania danych. Za jej pomocą będziemy kreślili schematy, projektowali płytkę oraz zaznaczali poszczególne komendy. Dlatego, jeżeli chcemy zajmować się profesjonalnie projektowaniem schematów oraz płytek drukowanych, warto zainwestować w dobrej jakości mysz optyczną. Warto jeszcze zaznaczyć, że kółko wyraźnie podnosi komfort pracy. Za jego pomocą możemy zmieniać współczynnik powiększenia widocznego w edytorze fragmentu płytki lub schematu (*zoom in*, *zoom out*). Dzięki temu bardzo szybko przemieścimy się po powierzchni, na której kreślimy.

W czasie normalnej pracy, Eagle nie potrzebuje zbyt dużych zasobów komputera. Zmienia się to jednak radykalnie przy projektowaniu płytek wielowarstwowych, składających się z dużej liczby połączeń oraz elementów. Jeżeli w przypadku takiej skomplikowanej płytki będziemy chcieli przesunąć jej widok na monitorze, może dojść do spowolnienia pracy programu. W skrajnych przypadkach, w czasie pracy na niezbyt wydajnym sprzęcie proste dodanie elementu do schematu lub jego podłączenie do dużej sieci (przykładowo GND) może trwać nawet parę minut. Program przestaje wtedy reagować i zachowuje się tak, jakby się zawiesił. Proponuję uzbroić się w cierpliwość, ponieważ program zawiesza się naprawdę bardzo rzadko. Opisana sytuacja występuje jednak przy ekstremalnie dużych projektach, wtedy nawet procesor z częstotliwością powyżej 3 GHz jest zbyt wolny. Dla projektów składających się z czterech warstw miedzi oraz o formacie nie większym niż euro karta (100 × 160 mm) wystarcza komputer o wyszczególnionych wcześniej parametrach.

Osobnym zagadnieniem są wymagania autoroutera. Jeżeli zdecydujemy się na jego użycie, to czas potrzebny mu do zaprojektowania płytki jest w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalny do szybkości procesora, duży wpływ na szybkość jego pracy ma także dostępna w komputerze pamięć RAM.

Wymagania co do karty graficznej są w miarę umiarkowane. Standardowe karty SVGA są obecnie dostępne w każdym komputerze. Jeżeli mamy 19-calowy (lub większy) monitor, to warto zwiększyć rozdzielczość wyświetlania obrazu, przykła-

dowo do 1280×1024 punktów. Dzięki temu widok projektowanej płytki będzie bogatszy w szczegóły i będziemy mogli w danym momencie obserwować większy jej fragment. Optymalnym rozwiązaniem są dwa monitory: jeden główny (19 lub 21 cali), na którym otworzymy okno edytora schematów lub płytki. Drugi monitor może być nieco mniejszy (17, ewentualnie 15 cali), będzie on służył do otwarcia okien programów pomocniczych. Przykładowo, w czasie edytowania nowego elementu w bibliotece, jego notę katalogową możemy wyświetlić na tym właśnie monitorze. W czasie projektowania płytki na drugim monitorze możemy otworzyć jej schemat, poprawia to zdecydowanie orientację w projekcie oraz komfort pracy. Jeżeli mamy takie możliwości oraz miejsce na biurku, to gorąco polecam rozwiązanie z dwoma monitorami.

1.3. Różnice pomiędzy wersjami Eagle'a

Jak już wcześniej wspomniałem, Eagle jest dostępny w dwóch wersjach językowych oraz w wersjach dla trzech różnych platform: Windows, Linux oraz MacOS. Oprócz tego jest on oferowany w pakietach, różniących się między sobą możliwościami, a co za tym idzie, również i ceną. Producent udostępnia następujące pakiety:

- *Professional Edition* – wersja pełna, bez ograniczeń co do wielkości projektu. Jest ona naturalnie najdroższa, ale każdy moduł możemy kupić osobno lub dokupić później. Jeżeli przykładowo nie zamierzamy używać autoroutera, nabywamy jedynie moduł edytora schematów oraz płytki. Brakujący autorouter możemy dokupić w przyszłości, gdy zdecydujemy się na korzystanie z niego. Cena pakietu jest również zależna od liczby użytkowników programu. Mamy możliwość zakupu licencji dla jednego, trzech lub pięciu użytkowników oraz do instalacji na serwerze. Wraz z programem dostarczane są wszystkie dostępne w danym momencie biblioteki, jak również wydrukowana instrukcja obsługi oraz trening (w języku angielskim lub niemieckim). Użytkownik może korzystać z bezpłatnej pomocy technicznej.
- *Standard Edition* – w odróżnieniu od wersji profesjonalnej ograniczono maksymalną wielkość płytki. Jej wymiary nie mogą przekroczyć 100×160 mm (format euro). Liczbę warstw sygnałowych ograniczono do czterech (góra, dół oraz dwie warstwy wewnętrzne). Mamy możliwość osobnego zakupu poszczególnych modułów oraz licencji dla różnej liczby użytkowników. W pakiecie tym zawarte są również biblioteki, obydwie wspomniane wcześniej książki oraz pomoc techniczna.
- *Non Profit* – wersja kierowana szczególnie do amatorów oraz hobbystów, którym możliwości wersji bezpłatnej nie wystarczają, nie chcą jednak płacić komercyjnej ceny. Możliwości pakietu są identyczne jak w wersji standardowej, z jednym ograniczeniem polegającym na tym, że program nie może być wykorzystywany komercyjnie. Innymi słowy, użytkownik nie może za pomocą tej wersji programu w jakikolwiek sposób zarabiać.
- *Light Edition* – najtańsza pod względem możliwości, ale i najtańsza wersja komercyjna. Ograniczenia względem wersji profesjonalnej to maksymalna wielkość płytki 100×80 mm ($1/2$ formatu euro), liczba warstw miedzi ograniczona

do dwóch (góra, dół). Schemat elektryczny może zajmować tylko jedną kartkę. Podobnie jak w innych wersjach dołączone są biblioteki, obydwie książki oraz bezpłatna pomoc techniczna.

– *Freeware Edition* – Darmowa wersja programu, udostępniona na stronach internetowych producenta (www.cadsoft.de). Wersja ta jest przeznaczona przede wszystkim dla hobbystów tworzących niewielkie projekty, uczniów, studentów oraz innych osób, które chcą poznać obsługę programu. Wielkość płytki ograniczona jest do 100 × 80 mm i maksymalnie dwóch warstw miedzi. Schemat elektryczny projektowanego urządzenia może zajmować jedną stronę. Możemy jednak otwierać, przeglądać oraz drukować większe projekty (np. utworzone w wersji profesjonalnej). Z tą wersją programu nie otrzymamy wydrukowanej dokumentacji, a pomoc techniczna dostępna jest jedynie przez e-mail. Wersji tej nie wolno stosować w celach zarobkowych. Wyjątkiem są producenci obwodów drukowanych, którzy mogą jej używać w celu generowania dokumentacji technicznej z projektów przesłanych przez klientów. Wersji tej można używać również na komputerach w firmach komercyjnych, z zastrzeżeniem jednak, iż będzie wykorzystywana jedynie do celów edukacyjnych. W momencie gdy zechcemy jej używać w celach komercyjnych, musimy zakupić stosowną licencję.

Ponieważ wersja bezpłatna ma praktycznie wszystkie funkcje zawarte w wersji profesjonalnej, nadaje się znakomicie do celów edukacyjnych. Z tego też powodu będzie ona głównym bohaterem tej książki. W nielicznych przypadkach, gdy danego zagadnienia nie będzie można wyjaśnić za jej pomocą, będę wyraźnie zaznaczał, że w opisie używam wersji profesjonalnej.

1.4. Instalacja programu

Wersja *freeware* udostępniona jest na internetowych stronach producenta pakietu, firmy CadSoft. Niniejsza książka opisuje program w angielskojęzycznej wersji 4.16r1 (podczas pisania tego tekstu była to najnowsza dostępna wersja).

Aby pobrać niezbędny plik, należy wejść na stronę www.cadsoft.de. Widok strony głównej jest przedstawiony na **rysunku 1.1**. Oprócz plików instalacyjnych na stronie tej można znaleźć jeszcze wiele innych interesujących elementów. Między innymi możemy pobrać aktualne biblioteki elementów, programiki napisane w języku użytkownika (*ulp*), skrypty (*scr*) oraz inne pliki, przede wszystkim pomocnicze. Ponieważ firma CadSoft umożliwiła użytkownikom publikowanie własnych plików, liczba ich rośnie praktycznie z dnia na dzień. Na stronie znajdziemy również forum (w postaci centrum *e-mail*) oraz odpowiedzi na często zadawane pytania.

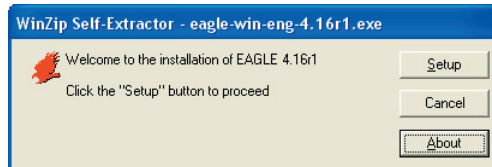
Plik instalacyjny, który musimy ściągnąć, nosi nazwę *Eagle-win-eng-4.16r1.exe*. Znajdziemy go na jednej z kolejnych stron. Dostęp do niej mamy po kliknięciu na *Download*, po czym na *Program*.



Pliki instalacyjne Eagle'a w wersji 4.16r1 jest dostępna na stronie <http://www.btc.pl>.

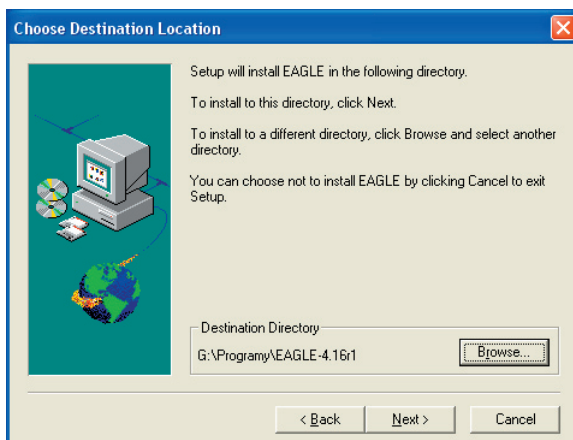


Rys. 1.1. Strona internetowa producenta Eagle'a



Rys. 1.2. Widok okna rozpoczynającego instalację programu Eagle

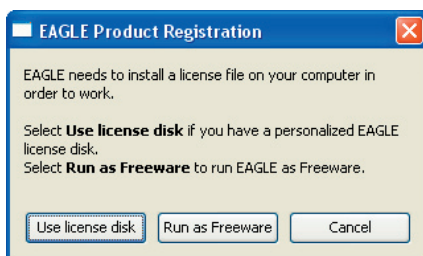
Instalacja w środowisku Windows przebiega intuicyjnie. Po dwukrotnym kliknięciu pliku instalacyjnego uruchomiony zostaje dekompresor, który go rozpakuje oraz uruchomi instalację programu (**rysunek 1.2**). Aby przejść dalej, klikamy na pole *Setup*. W następnym oknie klikamy na *Next*, następnie akceptujemy warunki umowy naciskając *Yes*. Zostaje otwarte okno, w którym możemy określić katalog, w którym chcemy zainstalować program. Domyślnie ścieżka jest ustawiona na *C:\programy*. Proponuję ją jednak zmienić tak, aby program zainstalowany został na dowolnej, innej partycji niż Windows. Powodem jest niebezpieczeństwo utraty plików w przypadku uszkodzenia systemu operacyjnego (przykładowo przez wirus). Jeżeli trzeba system na nowo instalować, musimy zazwyczaj sformatować partycję na niego przeznaczoną, wszystkie pliki zostają wtedy usunięte. Jeżeli Eagle będzie zainstalowany na innej partycji, to nic mu się nie stanie i po nowej instalacji Windows będzie go można nadal używać.



Rys. 1.3. Okno umożliwiające ustalenie lokalizacji instalacji Eagle'a

Lokalizację zmieniamy po kliknięciu na przycisk *Browse* (rysunek 1.3). Po jej poprawnym ustawieniu naciskamy *Next*. Otwarte zostaje następne okienko, w którym także klikamy *Next*, uruchomiony zostaje wtedy program instalacyjny. Po zakończeniu instalacji, jeżeli posiadamy dyskietkę z licencją, należy ją włożyć do stacji dysków. Ponieważ instalujemy wersję *freeware* i dyskietki z licencją nie mamy, klikamy *Next*. Otwarte zostaje ostatnie okno informujące nas o tym, że program został poprawnie zainstalowany. Wystarczy jeszcze tylko kliknąć przycisk *Finish* i instalację możemy uznać za zakończoną.

Skrót do programu głównego znajduje się teraz w menu *Start\Programy\Eagle Layout Editor 4.16r1*, nosi on nazwę *Eagle 4.16r1*. Przy jego pierwszym uruchomieniu zostaniemy zapytani, czy posiadamy licencję, czy też chcemy programu używać jako *freeware* (rysunek 1.4). W naszym przypadku klikamy na *Run as Freeware*. Powoduje to uruchomienie programu w wersji darmowej, otwarty zostaje również projekt przykładowy. Jeżeli jednak posiadamy jedną z komercyjnych wersji programu, to wraz z nią otrzymaliśmy dyskietkę z licencją oraz certyfikat z kodem instalacji. Należy w tym przypadku kliknąć przycisk *Use license disk*, zostaje wtedy otwarte okienko, w którym trzeba podać miejsce, gdzie znajduje się plik licencyjny oraz wpisać kod instalacji (rysunek 1.5). Jeżeli nie wierzymy w bezpieczeństwo danych przetrzymywanych na dyskietce, jej zawartość można na wszelki wypadek skopiować na dysk twardy. W przypadku ponownej instalacji programu,



Rys. 1.4. Okno wyboru rodzaju instalacji



Rys. 1.5. Okno rejestracji programu w przypadku korzystania z wersji z licencją

zamiast wsadzania dyskietki do stacji dysków, wystarczy podać ścieżkę dostępu do pliku *license.key*, znajdującego się już na dysku twardym. Po wpisaniu poprawnego kodu przyciskamy *OK*. Jeżeli niczego nie sknociłmy, spowoduje to uruchomienie programu w odpowiedniej wersji.