

W zestawie AVT710 znajduje się wszystko co jest niezbędne do własnoręcznego wykonania płytki drukowanej

**Rekomendacje:** Zestaw szczególnie polecany początkującym elektronikom, w serwisie i pracowni konstrukcyjnej



## Zawartość zestawu

- 2 szt. laminatu jednostronnie miedzianego 90x200mm.
- 1 szt. laminatu dwustronnie miedzianego 100x200mm.
- pisak do rysowania ścieżek i punktów przewodzących
- drobnoziarnisty środek trawiący
- kalafonia zabezpieczająca powierzchnię "druku" i ułatwiająca lutowanie

## Podstawy

Laminat - jest to płytka wykonana ze sztywnego, izolującego materiału, pokryta z jednej lub dwóch stron cienką warstwą miedzi. Proces wykonania płytki drukowanej polega na naniesieniu (za pomocą specjalnego pisaka, tuszu, lakieru, lub innych) rysunku ścieżek na miedz, a następnie na usunięciu, w specjalnym roztworze, obszarów niezabezpieczonych. Po wytrawieniu, miejsca, które były zabezpieczone, pozostają nie naruszone tworząc ścieżki i punkty lutownicze. To one zapewniają połączenia elektryczne pomiędzy elementami zamontowanymi na płytce. Płytki wykonujemy na różne sposoby. Główne, amatorskie metody nanoszenia ścieżek na laminat to: ręczne malowanie druku za pomocą specjalnych pisaków lub farb, naświetlanie naniesionej na płytkę emulsji światłoczułej, wycinanie i wydrapywanie ścieżek, naklejanie specjalnych kształtek samoprzylepnych a także nanoszenie druku za pomocą folii termo-transferowej (np. TES200).

## Przygotowanie

Przyjmijmy, że rysunek ścieżek mamy już gotowy. Znamy także wymiary płytki można więc przyciąć odpowiednio laminat. Używamy do tego pilki do metalu, nożyc do blachy lub małej gilotyny. Płytkę przycinamy zawsze trochę większą niż model z wydruku. Bardzo ważną rzeczą jest, aby przed nanoszeniem ścieżek na laminat, odpowiednio oczyścić powierzchnię miedzi. Używane są do tego: aceton, zmywacz do paznokci, różne rozpuszczalniki, gumki do usuwania tlenków i zanieczyszczeń. Płytkę można także oczyścić papierem ściernym (gradacja >100), a następnie przemyć ją denaturatem.

Przed nanoszeniem ścieżek należy starannie umyć ręce, tak aby nie zostawiać na płytce tłustych odcisków palców. W praktyce nieodtłuszczona lub pobrudzona płytka trawi się o wiele gorzej i pojawiają się na niej błędy.

# Nanoszenie szkicu na płytkę

Większość osób przykleja rysunek ścieżek do płytki taśmą samoprzylepną i punktuje lub od razu wierci otwory pod elementy. Następnym etapem jest namalowanie mozaiki połączeń. Przy bardziej skomplikowanych projektach warto złożyć na miedzi lekkie ścieżek otówkiem.

Inni stosują metodę z kalką. Na odtłuszczonej płytce należy położyć kalkę maszynową, a następnie kartkę z rysunkiem ścieżek. Spiąć, tak by nie było przesunięć i zaznaczyć dobrze piszącym długopisem obrysy wszystkich ścieżek. Widoczny ślad długopisu daje pewność, że niczego się nie pominie. Mając na płytce odbitkę ścieżek można rozpocząć ich malowanie.

Inna metoda - ostrym punktakiem zaznaczyć miejsca wierceń, następnie skalpelem lub nożem do tapet naciąć kontury ścieżek. Zaletą tego rozwiązania jest to, że podczas malowania farba lepiej trzyma się rowków (ścieżek).

## Wiercenie

Wygodniejsze i lepsze jest wiercenie przed malowaniem. Otwory należy napunktować, a później wywiercić je od strony miedzi! Znakomitą pomocą jest statyw do wiertarki, ułatwiający pracę i zmniejszający ryzyko złamania cienkiego wiertła. Warto mieć kilka wiertel w zapasie.

Szczególnych starań trzeba dołożyć podczas wiercenia otworów pod nietypowe elementy lub pod układy scalone – jako szablonu można użyć wzoru płytki uniwersalnej lub wykonać odpowiednią matrycę. Nie ma nic gorszego niż montaż układu, którego nóżki nie pasują do otworów.

## Ręczne malowanie druku

### Czym malować?

Na płytkę należy nanieść **BARDZO DOKŁADNIE** ścieżki piaskiem wodoodpornym lub tuszem. Na rynku jest obfitość różnego typu wodoodpornych flamastrów i mazaków. Ich zaletą jest to, że niemal bezpośrednio po rysowaniu można wykonać trawienie (już po 2 minutach). Wadą pisaków, jest szybkie zasychanie ich końcówek. Po wytrawieniu płytki, farbę można zmyć acetonem lub rozpuszczalnikiem NITRO. Do malowania druku wykorzystuje się także różne mikstury, na przykład farbę Emolak, wilbrę, kolorowe tusze kreslarskie (muszą być o silnym kryciu i wodoodporne), czy też dowolny lakier spirytusowy. Lakier ten dobrze się trzyma podłoża nawet przy bardzo cienkiej warstwie i daje się łatwo zmywać.

Jako narzędzia do malowania można wykorzystać: grafion, pióro do tuszu, redisówkę, stalówkę (lepiej rysuje, gdy jej końcówka zostanie nieco spiłowana). Przy zastosowaniu stalówek trzeba jednak stosować lakier, który nie zasycha natychmiast. Odpowiednio przycięty pędzelek pozwala na malowanie nawet cienkich ścieżek lakierem do paznokci.

Warto najpierw wywiercić otwory, a dopiero potem malować mozaikę ścieżek. Dzięki temu bardzo ładnie i łatwo można zrobić punkty lutownicze np. za pomocą grubej igły krawieckiej. Trzeba zanurzyć igłę w lakierze (farbie) i wkladać ją powoli do otworu w płytce, aż do uzyskania odpowiednio dużego punktu. Metoda ta pozwala kontrolować wielkość punktu lutowniczego, bez względu na to ile lakieru jest na igle.

Dobłą metodą na wykonanie cienkich ścieżek między nóżkami układu scalonego jest ich zalanie farbą i wydrapanie wymaganych przerw.

O jednym trzeba zawsze pamiętać - przed rysowaniem ścieżek warstwa miedzi powinna być **DOKŁADNIE** oczyszczona i odtłuszczone!

## Wycinanie i zdrapywanie

Po odtłuszczeniu płytki do powierzchni miedzi należy przykleić folię samoprzylepną. Piaskiem alkoholowym nanieść kształt ścieżek i punktów lutowniczych. Za pomocą metalowej linijki i nożyka do tapet wyciąć wzór ścieżek w folii. Niepotrzebne fragmenty folii usunąć - płytka jest gotowa do trawienia. Niestety metoda ta jest dość pracochłonna i nie nadaje się do bardziej skomplikowanych projektów.

Niektórzy zamiast folii używają okleiny do mebli, z której wycinają odpowiedniej długości i szerokości paski i naklejają na płytkę. Produkowane są także gotowe kalkomanie (wyklejki), które pozwalają uzyskać profesjonalny wygląd druku. Sposób ten jest jednak pracochłonny i wymaga dużej staranności i czystości. Kolejną metodą jest zdrapywanie zbędnej warstwy miedzi – metoda zawodna przy bardziej skomplikowanych płytkach.

## Folia termo-transferowa TES200

W ulotce reklamującej tę folię napisano:

*„TES200 pozostawia daleko w tyle inne metody wykonywania płytek drukowanych w warunkach amatorskich. Upraszcza do niezbędnego minimum wszelkie prace przy płytkach prototypowych i małych partiach produkcyjnych. Wystarczy wykonać bezpośredni wydruk z drukarki laserowej na TES200, lub odbić gotowy projekt na kserokopiarce, a następnie przykleić ją do laminatu i wytrawić, by uzyskać dosłownie w 10 minut płytkę o niezwykle wysokiej jakości. Daje dokładność odwzorowania grubości ścieżek do 0,1mm, idealna dla technologii SMD, oraz druku dwustronnego. Sprawi, że Twoja praca z nią będzie przyjemnością!”*

Istotnie, praca z folią jest wręcz przyjemnością. Za jej pomocą wytwarza się naprawdę bardzo ładne płytki, a co ważne

- szybko. Nie trzeba czekać 24 godzin, tak jak w wypadku metody fotochemicznej.

Gożąco polecamy tę metodę! Folię TES200 w opakowaniach po 5 i po 10 arkuszy A4 można kupić w sklepie AVT: [www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl).

## Jak „ugryźć” folię TES200?

Nadruk na folię jest niezwykle ważną sprawą. Posiadacze komputera i drukarki laserowej mogą bezpośrednio wydrukować projekt na folię TES200 w celu uzyskania płytki o najwyższej jakości. Ci, którzy nie posiadają komputera mogą wykonać projekt w tuszu na gładkim, białym papierze i za pomocą dowolnej kserokopiarki przenieść go na folię TES200. Wydruk na folii koniecznie musi być zrobiony na drukarce laserowej lub odbity na kserokopiarkę pracującą z tonerem. Nie nadają się wydruki z drukarek atramentowych ani z drukarek LED (np. firmy OKI). Ważne jest, aby nadruk nie był lustrzanym odbiciem tak jak ma to miejsce w metodzie fotochemicznej. Trzeba więc wydrukować rysunek ścieżek tak, jak gdyby był widziany od góry płytki. Wskazane jest, aby na jednej folii wydrukować kilka wzorów tej samej płytki, co jest dobrym zabezpieczeniem, gdyby pierwsza próba naniesienia tonera na płytkę nie powiodła się. Warto wykonać płytkę próbną celem zdobycia wprawy.

Po wydrukowaniu wzoru ścieżek na folii należy zachować następującą kolejność czynności:

- Przyciąć laminat o wymiarach nieco większych względem właściwego projektu.
- Powierzchnię miedzi należy zmatowić delikatnym papierem ściernym, oraz odtłuścić.
- Wyciąć projekt płytki z arkusza folii.
- Przymocować folię do płytki przynajmniej w dwóch punktach za pomocą np. Papierowych naklejek samoprzylepnych, pamiętając oczywiście o tym, aby folia skierowana była tonerem w stronę miedzi.
- Płytkę umieścić na rozgrzanej do temperatury 135...155°C płycie grzejnika (kuchenki elektrycznej, lub odwróconego do „góry nogami” żelazka), LUB tak ją położyć, aby folia dotykała prostego blatu biurka (stolika) - przyciskamy żelazko całą płaszczyzną do płytki w każdym jej miejscu aż do momentu gdy folia lekko się przyklei do płytki (można to sprawdzić delikatnie wkładając igłę pod folię). O tym trzeba koniecznie pamiętać - **laminat musi być nagrany równomiernie**. Najlepsze jakościowo płytki otrzymuje się przy górnej maksymalnej granicy temperatury laminatu tj. około 160°C, przy której folia nie ulega jeszcze deformacji. Jeżeli temperatura podczas przyklejania będzie za niska wtedy po ostudzeniu i oderwaniu na folii pozostanie część nie przyklejonego projektu.
- Po rozgrzaniu się laminatu do żądanej temperatury folia staje się elastyczna, zaczyna przylegać do powierzchni płytki. Prowadzimy fotograficzny wałek gumowy po powierzchni folii w celu równego przeniesienia tonera z folii na miedź. Wałek można zastąpić kawałkiem płótna, przy czym należy zwrócić uwagę na dokładne przetarcie całej powierzchni folii. Można także posłużyć się żelazkiem, „prasując” przez papier (w wypadku zbyt dużej temperatury folia mogłaby przykleić się do żelazka). Przesuwamy końcówkę żelazka po folii (papierze) dokładnie w każdym jej miejscu do momentu gdy ścieżki zaczną się trzęcha „rozmywać”. Oznacza to, że miejsca te trzeba już zostawić w spokoju i zająć się innymi.
- Odłożyć płytkę do przestygnięcia - ostudzoną do temperatury pokojowej zaleca się włożyć na kilka minut do lodówki (zamrażalnika).
- Odciągnąć delikatnie folię od płytki, pozostanie na niej kwasoodporna mozaika ścieżek z tonera. Gdyby zdarzyło się, że w nielicznych miejscach folia odejdzie razem z tonerem, to braki można uzupełnić pisakiem do rysowania mozaiki obwodów drukowanych. Poprawiamy także niektóre gorsze ścieżki – po nabraniu wprawy zdarza się to jednak bardzo rzadko.
- Umieścić płytkę w dowolnym roztworze trawiącym (ze względu na wysoką jakość trawienia warto posługiwać się środkiem B327, jednak w przypadku jego braku zadawalający efekt można uzyskać trawiąc w zwykłym chlorku).
- Po wytrawieniu płytki pozostałości zmywamy acetonem, rozpuszczalnikiem nitro lub zwykłym zmywakiem do paznokci.
- Na deser – wiercenie, gradowanie i obowiązkowo malowanie ścieżek roztworem kalafonii w denaturacie.

## Trawienie

Jako środek trawiący doskonale sprawdza się nadsiarcezan sodu lub bardzo popularny chlorek żelazowy. W świeżym kilkudziesięcioprocentowym roztworze usuwanie miedzi trwa około pięciu minut, w zużytych do 15 minut. Jeśli trawienie trwa zbyt długo, to jest to wynikiem zbyt słabego roztworu.

Szczególnie godny polecenia jest drobnokrystaliczny środek trawiący - B327. Idealna alternatywa dla chlorku żelaza. Środek jest wolny od amoniaku, rozpuszcza się bardzo szybko i nie wykryszalizowuje z roztworu. Trawi równomiernie zapewniając ostrość konturów i minimalizując podtrawienie. Przy trawieniu laminatu ważne jest, aby roztwór trawiący był cały czas w ruchu. Można także poruszać płytką, ale nie dotykając strony ścieżek. W taki lub inny sposób, roztwór trawiący winien mieć cały czas dostęp do powierzchni miedzi. Aby uniknąć niedotrąwienia pewnych fragmentów miedzi należy uważnie obserwować zjawiska zachodzące na jej powierzchni i odpowiednio reagować. Zwykły bąbel z powietrza mógłby sprawić, że mielibyśmy piękny punkt lutowniczy w miejscu najmniej spodziewanym.

Roztwór trawiący przy temperaturze +30°C traci swoją aktywność. Dlatego w miarę potrzeb powinien być podgrzewany. Temperatura kąpeli trawiącej nie powinna być wyższa niż 50°C.

Resztki chlorku żelazowego możemy przechowywać w zamkniętym pojemniku i stosować do wytrawiania kolejnych

plytek. Roztworu środka trawiącego B327 nie wolno przechowywać w hermetycznie zamkniętych pojemnikach z względu na niebezpieczeństwo powstania nadciśnienia i pęknięcia.



Zachowaj ostrożność! Przy pracy z chemikaliami używaj rękawic i okularów ochronnych.

Pamiętaj, że są to środki niebezpieczne dla zdrowia po połknięciu, dlatego trzeba chronić je przed dziećmi i trzymać w oddaleniu od produktów spożywczych. W przypadku skażenia oczu należy natychmiast przemyć je dużą ilością wody i skonsultować się z lekarzem.

Podczas rozpuszczania chlorku silnie wzrasta temperatura, co może doprowadzić do pęknięcia szklanego, czy wykrzywienia plastikowego naczynia. Plamy z chlorku są praktycznie nie do usunięcia.

## Prace końcowe

Po procesie trawienia płytkę należy opłukać wodą (aby pozbyć się resztek wytrawiacza) i zmyć farbę odpowiednim rozpuszczalnikiem, denaturatem lub proszkiem do prania. Toner świetnie usuwa się zmywaczem do paznokci.

Następnie przycinamy płytkę do właściwego rozmiaru, szlifujemy jej brzegi, wiercimy i gradujemy otwory, jeśli tego nie zrobiliśmy wcześniej.

Z biegiem czasu miedź się utlenia, dlatego całą płytkę należy zabezpieczyć przed tym zjawiskiem. W sklepach elektronicznych można kupić specjalne środki chemiczne, jednak o wiele tańszą formą zabezpieczeń jest pomalowanie oczyszczonych ścieżek roztworem kalafonii rozpuszczonej w denaturacie (spirytusie).

Niektórzy cynują ścieżki, nie jest to jednak konieczne, a w układach w.c.z. nawet niepożądane. Jak dokonać metalizacji otworów w wykonanej amatorsko płytce dwustronnej ze ścieżkami?

Płytki tego typu posiadają ścieżki po obu stronach. Dwa oddzielne układy ścieżek wymagają jakiegoś połączenia elektrycznego pomiędzy nimi. Takie elektryczne mostki nazywamy przelotkami. W płytkach profesjonalnych przelotka kontaktowa to po prostu otwór w płycie wypełniony lub pokryty metalem i dotykający ścieżek po obu stronach. Amatorzy najczęściej tak projektują druk, żeby przelotką była lutowana z dwóch stron końcówka elementu (np. rezystora, kondensatora, diody). Jeśli nie da się lutować z dwóch stron końcówki jakiegoś elementu (np. w przypadku zwykłej podstawki pod układ scalony, niektórych złącz, gniazd do druku), można wywiercić obok punktu lutowniczego dodatkowy otwór i przylutować zworec z cienkiego drutu, ale jeszcze przed wlutowaniem specyficznego elementu.

Informacje pochodzą z artykułu pt: "Wykonywanie płytek drukowanych w warunkach domowych" opublikowanego w EdW 3-4/03

**AVT  
701**

**Zestaw startowy - Rezystory**



W zestawie znajdują się rezystory przewlekane (z wyprowadzeniami drutowymi) o mocy 0,125-0,25 W - w sumie **660 sztuk**.

**AVT  
702**

**Zestaw startowy - Kondensatory**



W zestawie znajdują się kondensatory przewlekane (z wyprowadzeniami drutowymi) ceramiczne, styrofleksowe itp - w sumie **265 sztuk**.

**AVT  
703**

**Zestaw startowy - Kondensatory elektrolityczne**



W zestawie znajdują się kondensatory elektrolityczne przewlekane (z wyprowadzeniami drutowymi) - w sumie **100 sztuk**.

[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)

**AVT**  
sklep

**AVT Korporacja sp. z o.o.**

ul. Leszczynowa 11  
03-197 Warszawa  
tel.: 22 257 84 50  
fax: 22 257 84 55  
[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)

**ELEKTRONIKA**  
niezawodność 03/2003

**Dział pomocy technicznej:**  
tel.: 22 257 84 58  
[serwis@avt.pl](mailto:serwis@avt.pl)

AVT Korporacja zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian bez uprzedniego powiadomienia.

Montaż i podłączenie urządzenia niezgodny z instrukcją, samowolna zmiana części składowych oraz jakiegokolwiek przeróbki konstrukcyjne mogą spowodować uszkodzenie urządzenia oraz narazić na szkodę osoby z niego korzystające. W takim przypadku producent i jego autoryzowani przedstawiciele nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody powstałe bezpośrednio lub pośrednio w wyniku użycia lub nieprawidłowego działania produktu.