

Aktywne przetworniki gitarowe, część 1

Rozpoczynamy dość nietypową, jak na EP, serię artykułów w cyklu „Notatnik Praktyka”. Jej nietypowość polega na prezentacji przez autora pewnych gotowych rozwiązań (konstrukcji), które nie będą wprowadzone do oferty handlowej w postaci kitów. Podjęliśmy taką decyzję ze względu na ogromną wartość merytoryczną rozważań autora, które są zbyt szczegółowe jak na typowy projekt, pasują za to doskonale do „Notatnika Praktyka”.

Nasz drugi argument, to fakt, że bardzo rzadko zdarza się, aby doskonały muzyk był jednocześnie dobrym konstruktorem - elektronikiem.

Jego doświadczenia i przemyślenia należy wykorzystać...

Przetworniki gitarowe

Gitara elektryczna czy ktoś tego chce czy nie należy obecnie do najbardziej popularnych instrumentów na świecie. Spośród wielu typów gitar właśnie gitary elektryczne wzbudzają największe zainteresowanie wśród młodych amatorów muzykowania. Historia gitary elektrycznej rozpoczęła się ponad 50 lat temu, kiedy to tradycyjne instrumenty akustyczne wyposażono w specjalny przetwornik elektromagnetyczny umożliwiający nagłośnienie gitary odpowiednim wzmacniaczem. Jakkolwiek w dziedzinie budowy gitar elektrycznych dokonana się prawdziwa rewolucja, to właśnie przetwornik gitarowy (Pickup) spośród wszystkich innych elementów tego instrumentu od samego początku dominuje i zarazem określa sposób wykorzystania w ten sposób zbudowanej gitary, stanowiąc rodzaj interfejsu łączącego sam instrument z jego elektroniczno - akustycznym uzupełnieniem jakim jest bez wątpienia gitarowy wzmacniacz i odpowiedni zestaw głośnikowy. Gitara elektryczna nie jest więc instrumentem samowystarczalnym. Pomiedzy gitarą a docelowym wzmacniaczem możemy umownie włączyć także wiele różnych urządzeń modyfikujących w ten czy inny sposób brzmienie instrumentu, jednak głównie gitara i wzmacniacz z odpowiednim zestawem głośników stanowią nierozdzielalną parę związaną charakterystycznymi tylko dla takiego „zestawu” zależnościami. W sensie technicznym to właśnie przetwornik gitarowy jest współodpowiedzialny za ostateczny efekt brzmieniowy możliwy do uzyskania za pomocą gitary elektrycznej i wzmacniacza. Konstrukcja wzmacniacza gitarowego w wielu aspektach wymyka się zasadom mającym zastosowanie dla typowych sze-

rokopasowych wzmacniaczy „Audio” Hi-Fi, a rozwiązania stosowane w układach stopni przedwzmacniacza to już zupełnie inny temat podporządkowany jak najbardziej muzycznym i subiektywnym założeniom. Wzmacniacz gitarowy ma przede wszystkim kompletnie inne zadanie do spełnienia. Nie jest w żadnym wypadku urządze-

niem mającym na celu jak najbardziej obiektywną i liniową reprodukcję źródłowego sygnału, natomiast stanowiąc jakby przedłużenie instrumentu ma za zadanie kreowanie nowego oryginalnego brzmienia, które w całej swojej różnorodności stało się właściwie opoką wielu stylów i gatunków muzycznych. Rola jaką mają do spełnienia przetworniki gitarowe jest bardzo podobna.

Podstawowy podział uwzględniający cechy konstrukcyjne przetworników gitarowych wygląda następująco:

- przetworniki jednocewkowe „Single Coil”,

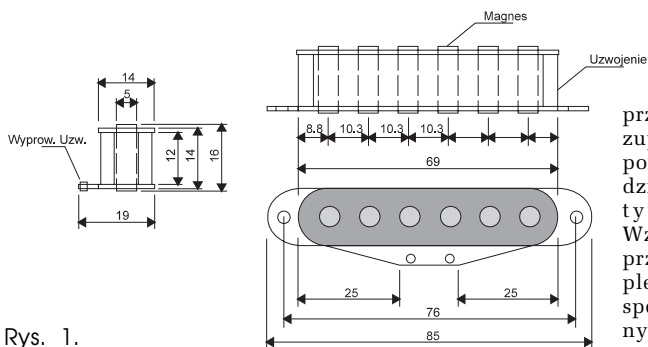
- przeciwzakłócenio- we przetworniki dwucewkowe „Humbucking”.

Przetworniki jednocewkowe występują jedynie w wersji pasywnej natomiast przetworniki Humbucking wyposażane są także w odpowiednie elektroniczne układy wspomagające umieszczane zazwyczaj we wspólnej obudowie z przetwornikiem.

Aktywny przetwornik wymaga oczywiście dodatkowego źródła zasilania, które w tym wypadku stanowi najczęściej bateria 9V typu 6F22 umieszczana w instrumencie.

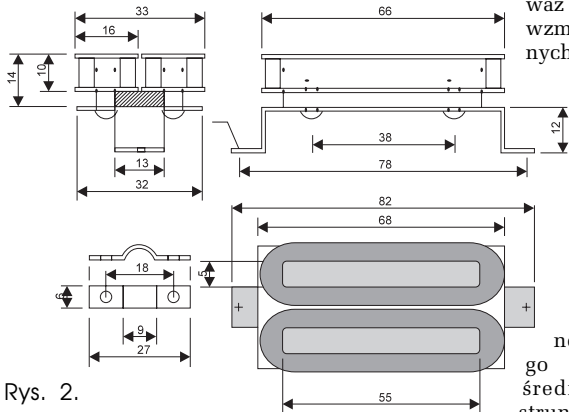
Tradycyjny przetwornik jednocewkowy (rys.1) posiada karkas na którym nawinięte jest uzwojenie o rezystancji ok. 5,5 kΩ. W odległościach wyznaczonych przez rozstaw strun gitary wewnątrz karkasu

znajduje się 6 cylindrycznych magnesów ze stopu „Alnico” o średnicy 5mm. W ten sposób zbudowany jest najpopularniejszy i zarazem najwyżej ceniony przetwornik jednocewkowy skonstruowany w latach 50 przez amerykańską firmę Fender. Przetwornik „Single Coil” jest magnetycznie otwarty przez co oprócz drgań znajdującej się w jego bezpośrednim sąsiedztwie stalowej struny będzie zbierał także wszelkiego rodzaju zakłócenia np. przydźwięk sieci energetycznej itp. Poza tym ten najprostszy przetwornik ma same zalety - przenosi szerokie pasmo i jest kreatywny zarówno brzmieniowo jak i artykulacyjnie przez co należy rozumieć zdolność do „odtworzenia” najsubtelniejszych niuansów wykonawczych instrumentalisty. Wysokie czułości przesterowujących kanałów wzmacniaczy gitarowych, będące przyczyną wzrostu zakłóceń z jednej strony i wzrost wymagań jakościowych dotyczących produkcji muzycznej z drugiej przyczynił się do powstania przetworników w znacznym stopniu odpornych na zakłócenia.



Rys. 1.

Klasyczny przetwornik Humbucking (rys.2) posiada dwa identyczne uzwojenia znajdujące się na odpowiednich karkasach umieszczonych obok siebie. Pod cewkami uzwojeń powinien znajdować się płaski magnes trwały stykający się swoimi przeciwnymi biegunami z nadbiegunnikami kształtującymi pole magnetyczne. Nadbiegunniki przechodzą przez środek obydwu karkasów w taki sposób, aby możliwe było „przeniesienie” strumienia magnetycznego z magnesu znajdującego się pod cewkami na drugą stronę, czyli w tym wypadku w kierunku strun zawieszonych w niewielkiej odległości od czoła przetwornika. Nadbiegunniki „kierujące” strumień magnetyczny w odpowiednią stronę mogą mieć różne formy, od których także będzie uzależnione ostateczne brzmienie przetwornika. Mogą to być sztabkowe płaskowniki z miękkiej stali, regulowane śruby o różnych kształtach łba, walcowate sworznie, rdzenie złożone z cienkich blach, a nawet płaskowniki ceramiczno - ferrytowe. Bez względu na materiał i kształt wykorzystanych „wyprowadzeń”, ich zasadnicze zadanie zawsze polega na ukształtowaniu tzw. podkowy magnetycznej N-S, skierowanej w stronę strun, które jak gdyby zamykają powstały w ten sposób obwód, co w znacznym stopniu ogranicza udział „odległych” zakłóceń w reprodukowanym sygnale. W przypadku przetwornika dwucewkowego istnieje nieograniczona możliwość „kombinacji” elementów składowych, których poszczególne układy konstrukcyjne będą miały wpływ na ostateczny rezultat. Z drugiej strony wszystkie kolejne warianty brzmieniowe poddane zostaną nieubłaganej subiektywnej ocenie muzyków, którzy posługują się podświadomym ale dość



Rys. 2.

stabilnym wzorcem dobrego brzmienia, ukształtowanym przez całe lata istnienia muzyki gitarowej.

Ostateczny efekt brzmieniowy uzyskany z danego przetwornika zależy praktycznie od każdego z jego elementów - parametrów uzwojeń i sposobu ich wykonania, rodzaju zastosowanego magnesu, kształtu i materiału z jakiego zostały wykonane nadbiegunniki, oraz obszaru aktywnego działania przetwornika nazywanego „bazą”, a także wzajemnego umiejscowienia uzwojeń znajdujących się na karkasach. Uzwojenia przetworników gitarowych nawijane są drutem miedzianym o grubościach od 0,04 do 0,06mm

w izolacji lakierowej. Magnesy stosowane w „przystawkach” to najczęściej magnesy tzw. „stalowe” ze stopu kryjącego się pod wdzięczną nazwą „Alnico” lub sztabkowe magnesy ceramiczne tzw. ferrytowe.

Idea skonstruowania przetwornika idealnego przyczyniła się do mariażu najbardziej tradycyjnych elektromagnetycznych konstrukcji z „elektroniką” w wyniku czego powstały przetworniki aktywne wzbogacone odpowiednimi układami zbudowanymi w oparciu o niskoszumne tranzystory i wzmacniacze operacyjne, charakteryzujące się dodatkowo minimalnym poborem energii.

Dośkonały przetwornik powinien posiadać następujące cechy:

- ✓ dużą odporność na zakłócenia elektromagnetyczne i elektrostatische;
- ✓ stosunkowo słabe, rozproszone pole magnetyczne umożliwiające strunom długotrwałe nieskrępowane wybrzmiewanie;
- ✓ jak najmniejszą impedancję wyjściową;
- ✓ odpowiednio wysoki poziom sygnału wyjściowego;
- ✓ możliwość kształtowania pasma przenoszenia;
- ✓ możliwie niewielki pobór energii.

Największą niedogodnością zwykłego przetwornika gitarowego jest jego wysoka impedancja znacznie przekraczająca w niektórych wypadkach 100kΩ. Jest to oczywiście spuścizna przeszłości i konsekwencja niebывałego wbrew pozorom tradycjonalizmu gitarzystów, którzy raczej nieufnie traktują nowe rozwiązania dotyczące zasadniczej materii, jaką w tym wypadku jest brzmienie. Nieśmiało próby niektórych konstruktorów polegające na wyposażeniu gitary w przetworniki niskoimpedancyjne spełzły na niczym, ponieważ wszyscy liczący się wytwórcy wzmacniaczy i innych elektronicznych akcesoriów gitarowych już dawno zaakceptowali niedoskonały przetwornik wysokoimpedancyjny. Pojawienie się przystawek aktywnych wspomaganých elektroniką jest właśnie jednym ze sposobów poprawy podstawowych, a zarazem obiektywnych parametrów jakościowych przetwornika gitarowego.

W większości przetworników „nowej generacji” zadbanie o wyeliminowanie skupionego pola magnetycznego w bezpośrednim sąsiedztwie drgających strun, które dotychczas przeszkadzało w nieskrępowanym ich wybrzmiewaniu, przez co instrument nie osiągał maksymalnego „sustainu” (długość wybrzmiewania) i często nawet nie stroił.

Wykonana z tak postawionymi założeniami przystawka, jeszcze bez elektroniki, może dysponować docelowymi parametrami brzmienia, ale najczęściej nie gwarantuje dostatecznego poziomu sygnału aby mogła zapewnić odpowiednie wystrojenie wzmacniacza bez dodatkowego układu wzmocnienia. Tak zbudowane są przetworniki firmy Bartolini. Inny sposób na sukces wybrali konstruktorzy dobrze znanej wśród gitarzystów firmy EMG. W tym wypadku niskoimpedancyjny układ pasywny prawie w ogóle

„nie gra” bez elektronicznego wspomaganie, które oprócz roli wzmacniacza napięciowego spełnia także zadanie korekcyjne określające wyjściową charakterystykę częstotliwościową. Najbardziej odporne na zakłócenia uzwojenia przetwornika nie muszą jednocześnie gwarantować dobrego i wyrównanego pod względem pasma przenoszenia brzmienia. Od tego jest specjalny układ elektroniczny dopasowujący parametry rzeczywiste do wymaganych. Możemy więc powiedzieć, że aktywny przetwornik tego typu posiada brzmienie stymulowane na drodze elektronicznej. Wysokoimpedancyjne stopnie wejściowe lampowych wzmacniaczy gitarowych w naturalny dla tego faktu sposób są dopasowane do tradycyjnych przystawek wielozwojowych, których odpowiedź częstotliwościowa bez potrzeby uciekania się do pomocy dodatkowych urządzeń, od razu gwarantuje uzyskanie dobrego brzmienia. Problem dobrej jakości czy dynamiki rozumianej jako odstęp poziomu sygnału od poziomu zakłóceń nie dla wszystkich gitarzystów jest najistotniejszy. Konstruktor, który o tym zapomni może bezpowrotnie stracić wiele czasu, a jego dzieło nie znajdzie akceptacji wśród muzyków. Jednym słowem brzmienie i to jak przetwornik odpowiada na zabiegi artykulacyjne instrumentalisty powinno być priorytetem każdego konstruktora.

Opracowanie w miarę uniwersalnego pasywnego przetwornika typu Humbucking nie jest sprawą łatwą pomimo pozornej prostoty samego przedmiotu naszego zainteresowania. Istnieje jednak znaczna dowolność budowy poszczególnych elementów co znacznie ułatwia rozpoczęcie własnych doświadczeń, których rezultat zawsze jednak powinien być konsultowany z praktykującym i w miarę możliwości doświadczonym gitarzystą.

Podstawowe zasady, których przestrzeganie jest wymagane przy konstruowaniu klasycznego dwucewkowego przetwornika dotyczą kształtu, wymiarów i rodzaju wykorzystanych materiałów do budowy gitarowej przystawki:

Nadbiegunniki powinny być wykonane z miękkiej stali „niskowęglowej”, lub ze stopu o podobnych właściwościach. Nadbiegunniki nie mogą się trwale magnesować.

Rozmieszczenie nadbiegunników musi uwzględniać rozstaw strun gitary. Standardowo przyjmuje się „między” - odległość rozstawu - 10mm.

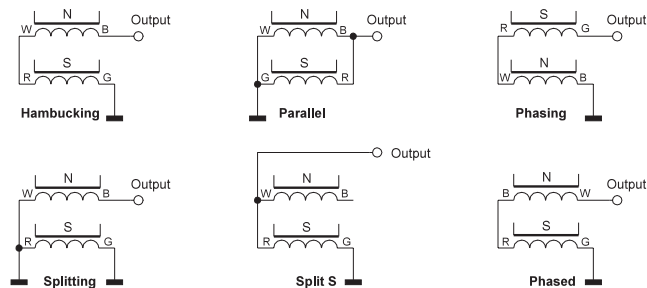
Całkowita powierzchnia przekroju poprzecznego uzwojenia nie powinna przekraczać 80mm². Poszczególne uzwojenia powinny być w miarę możliwości identyczne pod względem rezystancji i indukcyjności. Rezystancja pojedynczego uzwojenia może zawierać się w przedziale od 3 do 10kΩ.

Poszczególne uzwojenia powinny być impregnowane, a wszystkie elementy przetwornika solidnie połączone, co jest podstawowym warunkiem funkcjonowania bez wzbudzeń towarzyszących zjawisku „mikrofonowania”.

Znaczna dowolność w doborze poszczególnych elementów konstrukcyjnych

przetwornika może okazać się przysłowiowym drugim końcem kija, jeśli nie będziemy zdawali sobie sprawy jakie konsekwencje może mieć wykorzystanie tego czy innego elementu. Odrobina praktyki i podstawowe wiadomości z dziedziny fizyki, elektroakustyki, elektroniki, elektrotechniki i materiałoznawstwa pozwolą jednak w pewnym stopniu przewidzieć ostateczny efekt brzmieniowy jakim będzie dysponował nasz przetwornik. Należy jedynie zwrócić uwagę na poniżej wymienione zależności:

Uzwojenia o większych rozmiarach, a także uzwojenia posiadające dużą ilość zwojów będą charakteryzowały się większą indukcyjnością, w rezultacie czego



Rys. 3.

przetwornik w ograniczony sposób będzie reprodukował wyższe częstotliwości i odwrotnie - niewielkie cewki o małej ilości zwojów nie będą efektywnie „przetwarzały“ basów.

Znaczna liczba zwojów i stosunkowo silny układ magnetyczny spowodują, że przetwornik będzie dysponował dużym poziomem sygnału wyjściowego.

Silne skupione pole magnetyczne w bezpośrednim sąsiedztwie struny ogranicza jej swobodne i równomierne wybrzmiewanie.

Dwie stosunkowo wąskie cewki umieszczone blisko siebie dają tzw. wąską bazę aktywności. Tak zbudowany przetwornik charakteryzuje się selektywnym, jednorodnym brzmieniem w znacznym stopniu reprodukującym kreatywną artykulację gitarzysty.

Przetwornik o poszerzonym obszarze działania (szeroka baza) charakteryzuje się pełnym, bogatym brzmieniem o częściowo ograniczonej możliwości reprodukcowania „atak” i nieco rozmytej definiowalności barwy tonu. Solidny, jednorodny, stalowy nadbiegunnik w formie płaskownika w znacznym stopniu zwiększa indukcyjność całego układu elektromagnetycznego, ale także przyczynia się do rozproszenia pola magnetycznego i tym samym złagodzenia geometrii „fontanny” magnetycznej.

Nadbiegunniki indywidualne w postaci stalowych kołków lub odpowiednich śrub poprzez swoje mniejsze rozmiary i charakterystyczny kształt poprawiają emisję wyższych częstotliwości przez co przetwornik staje się bardziej przejrzysty i jaśniejszy brzmieniowo. Także wypadkowa indukcyjność przetwornika będzie w tym wypadku mniejsza.

Nadbiegunnik wykonany z izolowanych blach „krzemowych” laminowanych w sposób podobny do konstrukcji transformatorów znacznie poprawia reprodukcję wyższych częstotliwości emitowa-

nych przez instrument i zmniejsza impedancję układu.

Magnes ceramiczny - „ferrytowy” w niewielkim stopniu zwiększa indukcyjność układu. Jest też silniejszy od stalowych magnesów „Alnico”. Przetwornik z takim magnesem oddaje jednak w ostatecznym brzmieniu cechy samego magnesu nadając dźwiękowi nieco ceramicznego „chemicznego” zabarwienia.

Magnes „Alnico” jest relatywnie słabszy, ale przetwornik wyposażony w taki magnes dysponuje miękkim subtelnym brzmieniem pozbawionym nienaturalnej drastyczności.

Wewnątrz karkasów z powodzeniem można umieścić magnesy skierowane w jedną stronę przeciwnymi biegunami. W tym wypadku „nadbiegunnik” zamykający obwód może być umieszczony „na miejscu” magnesu, chociaż nie jest to konieczne.

Biorąc pod uwagę wymienione zależności możemy dokonać wstępnej kalkulacji uwzględniając te elementy, które możliwe będą do zdobycia. Ten sam rodzaj ostatecznego brzmienia można uzyskać różną drogą, dlatego też istnieje na rynku tak wiele przystawek gitarowych, które pomimo różnic konstrukcyjnych osiągają podobne walory brzmieniowe.

Wymagana jest jednak pewna konsekwencja w zachowaniu równowagi pomiędzy poszczególnymi parametrami przetwornika. Jeśli zdecydujemy się na wykorzystanie stalowego nadbiegunnika płaskownikowego to musimy liczyć się ze znacznym wzrostem indukcyjności układu i w takim wypadku korzystniejsze będzie zastosowanie magnesu ceramicznego. Budowa przetwornika dysponującego docelowo dużym sygnałem wyjściowym wiąże się z zastosowaniem uzwojeń zawierających znaczną liczbę zwojów.

Aby uzwojenie w ogóle zmieściło się na karkasie o standardowych rozmiarach trzeba będzie zastosować bardzo cienki drut (0,04 - 0,05mm). Rezystancja każdego z takich uzwojeń powinna wynosić od 6 do 8kΩ. Również w tym wypadku korzystniejsze będzie zastosowanie magnesu ceramicznego. Przetworniki najbardziej tradycyjne, ostatnio coraz bardziej poszukiwane posiadają uzwojenia o rezystancji po ok. 3,5kΩ oraz wyposażone są w sztabkowy magnes „Alnico” typu V lub VII podkreślający środkowe częstotliwości.

Sposób dokonywania pomiaru poziomu sygnału wyjściowego przetworników nie został dotychczas ujednolicony, jednak niektórzy producenci stosują tą samą metodę, polegającą na pomiarze maksymalnego napięcia RMS wywołanego przez pustą strunę A5 zaatakowaną ze średnią siłą. Słabe przetworniki Single Coil osiągają w ten sposób 50 do 100mV, przeciętne przetworniki dwucewkowe dysponują sygnałem rzędu 150 do 250mV, natomiast wartości sygnału powyżej 300 mV są zarezerwowane dla silnych przy-

stawek z łatwością przesterowujących wysokoczuły kanał wzmacniacza gitarowego.

Regulowane nadbiegunniki w postaci kołków wkręcanych za pomocą klucza imbusowego umożliwiają wprawdzie bardziej precyzyjne ustawienie głośności poszczególnych strun, ale są trudne do zdobycia i komplikują konstrukcję przetwornika, który musi posiadać dodatkowe elementy mocujące ruchome nadbiegunniki.

Najbardziej krytycznym parametrem przetwornika Humbucking są jego wymiary, które nie mogą przekroczyć 70x38x25 (długość/szerokość/wysokość), aby przetwornik pasował do standardowych wycięć i akcesoriów montażowych każdej gitary. Wkręty regulujące wysokość położenia przetwornika i mocujące jednocześnie przetwornik do odpowiedniej ramki lub płyty maskującej powinny znajdować się na osi symetrii obudowy przetwornika w odległości 78mm od siebie.

Wspornik do którego przymocowane są wszystkie części składowe przetwornika powinien być wykonany z niemagnetycznej blachy mosiężnej połączonej z masą układu elektrycznego gitary. Wyprowadzenia poszczególnych uzwojeń powinny być dokonane przewodem ekranowanym. Ekran przewodu łączymy jedynie z blachą podstawy przetwornika, tak aby można było w przyszłości dokonać zmiany połączeń (np. fazy uzwojeń). W rezultacie potrzebny będzie przewód posiadający 4 żyły umieszczone we wspólnym ekranie, odpowiadające zakończeniem uzwojeń.

Przetwornik Humbucking w podstawowej konfiguracji posiada uzwojenia połączone szeregowo. W tym wypadku łączymy ze sobą początki uzwojeń natomiast końce uzwojeń stanowią wyjście przetwornika, lub odwrotnie.

Poszczególni producenci starają się za namową użytkowników ujednolicić kolory przewodów będących wyprowadzeniami uzwojeń, tak, aby łatwiejsze było dokonywanie indywidualnych połączeń. Istnieje kilka sposobów realizacji połączeń przetwornika Humbucking jednak najczęściej wykorzystywane jest przez gitarzystów szeregowe połączenie „przeciwzakłóceniu”. Jakkolwiek pozostałe warianty też mogą być stosowane dla rozszerzenia możliwości brzmieniowych instrumentu, ale praktycznie oprócz „dodatkowych” konfiguracji Parallel i Splitting włączającym opcjonalnym przełącznikiem zamontowanym w gitarze inne połączenia są rzadko wykorzystywane. Rys.3 przedstawia wersje możliwych do uzyskania połączeń.

Skonstruowanie dobrego pasywnego przetwornika spełniającego konkretne wymagania danego gitarzysty jest o tyle trudne, że zamontowany przetwornik nie jest modyfikowalny i musi być, jak to się mówi, „trafiony w dziesiątkę”.

Biorąc pod uwagę zależność ostatecznego efektu od wielu czasem równorzędnych czynników można powiedzieć, że konstruowanie przetworników gitarowych może być wyjątkowo twórczym zajęciem, jednak osiągnięcie sukcesu wiąże się z wieloma często nieudanymi próbami.

Krzysztof Jarkowski