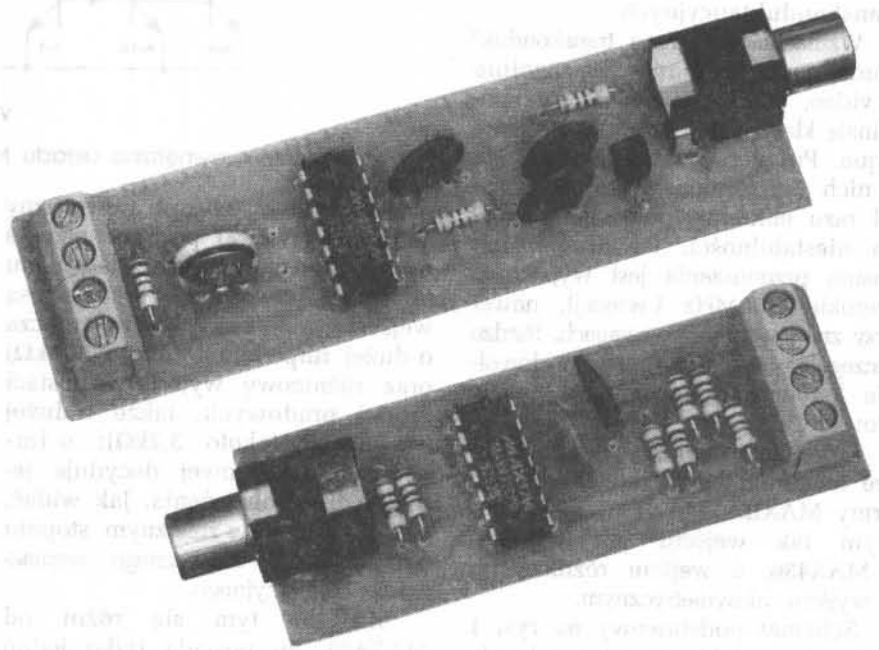


# Moduły do przesyłania sygnału video skrętką dwuprzewodową

*Jakże to było dawno, gdy zwykłym przewodem telefonicznym umiano przesyłać jedynie sygnały o częstotliwości 300-3400Hz! Teraz przesyła się nim dane cyfrowe z szybkością wielu megabitów na sekundę. Nie czekając na osiągnięcie jakości telewizyjnej można się przekonać, że bardzo proste układy pozwalają przesyłać całkiem niezły obraz na odległość setek metrów, a nawet dalej. I to za pośrednictwem zwykłej pary przewodów telefonicznych czy dzwonekowych. Zastosowanie jest oczywiste: do nadzoru i kontroli dostępu...*



## Dwie płytki próbne

Dokładny schemat, rzecz jasna, zawsze będzie mniej lub więcej zależał od przewidywanego zastosowania i wynikających z niego ograniczeń. Można jednakże skonstruować dwa małe moduły (jeden nadawczy, a drugi odbiorczy), pozwalające wyrobić sobie pogląd na możliwe do osiągnięcia w terenie parametry.

Te dwie próbne płytki mogą na przykład posłużyć do połączenia kamery z monitorem kilkoma setkami metrów kabla telefonicznego czy przewodu używanego w układach alarmowych lub pirotechnicznych. Mogą być także stosowane do przesyłania programów odtwarzanych z magnetowidu, odebranych przez antenę lub z sieci kablowej (nic nie przeszkadza użyciu drugiej pary przewodów do przesyłania dźwięku) pomiędzy dwoma pomieszczeniami w mieszkaniu, dwoma

mieszkaniem w budynku, a nawet dwoma budynkami.

Oczywiście, poczynając od pewnej odległości można spodziewać się coraz wyraźniejszego pogorszenia jakości obrazu kolorowego. Ale, używając czarno-białego obrazu, na niewielkim ekranie można uruchomić system nadzoru na odległość jednego lub dwóch kilometrów, a nawet większą.

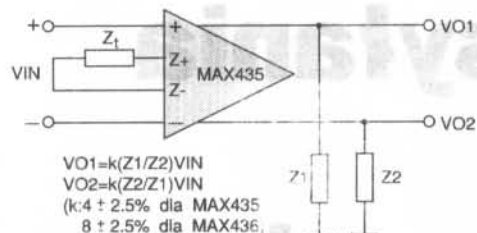
Trzeba jednak podkreślić, chociaż to oczywiste, że do tej łączności nie można używać publicznych czy prywatnych linii telefonicznych (ograniczonych w łącznicach automatycznych do pasma 300...3400Hz), lecz tylko i wyłącznie linii w pełni „specjalizowanych”.

## Problem przystosowania

Kabel koncentryczny, jako szerokokopasmowy środek przeniesienia analogowego, jest niesymetryczną linią ekranowaną. Natomiast skrętka dwuprzewodowa jest linią symet-

ryczną, często nie wymagającą żadnego ekranowania, o ile jest zachowana symetria urządzeń końcowych, z którymi linia ta jest połączona. Warto tu przypomnieć płaski przewód antenowy 300Ω, nie ekranowany, a jednak zdolny do przenoszenia bez trudu bardzo słabych sygnałów o częstotliwości setek MHz na odległość dziesiątek metrów.

Dwa zwykłe urządzenia video można połączyć linią symetryczną, o ile zastosuje się transformację niesymetryczno-symetryczną z jednej strony i symetryczno-niesymetryczną z drugiej. Równocześnie musi mieć miejsce transformacja klasycznej impedancji video 75Ω na 100 do 600Ω zwykłej skrętki. Potrzebne będzie wreszcie wzmocnienie z ewentualną korekcją pasma, dla skompensowania tłumienia linii na wyższych częstotliwościach, zwłaszcza w przypadku większych odległości (1000m i więcej).



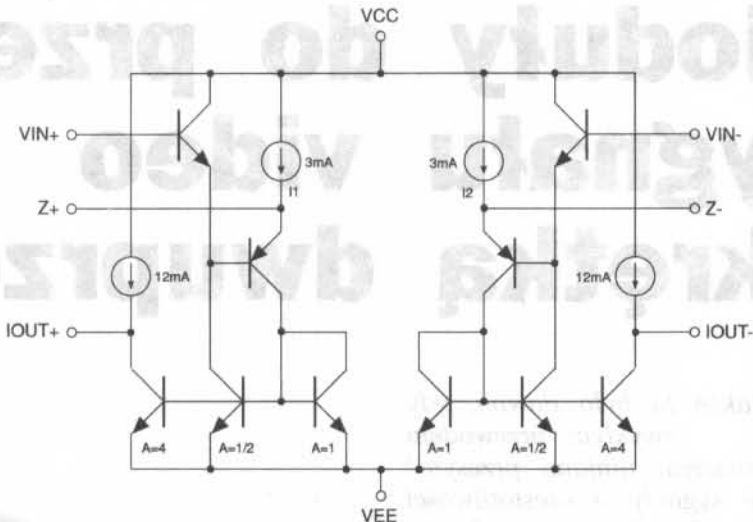
Rys. 1. Podstawowy schemat aplikacyjny

**Zastosowanie wzmacniaczy transkonduktancyjnych**

Wzmacniacze zwane transkonduktancyjnymi, cenione szczególnie w video, bardzo niewiele przypominają klasyczne wzmacniacze operacyjne. Po pierwsze, nie stosuje się w nich sprzężenia zwrotnego, co od razu eliminuje potencjalne ryzyko niestabilności. Po drugie, ich pasmo przenoszenia jest wyjątkowo szerokie (250MHz i więcej), nawet przy znacznych wzmocnieniach. Bardzo szczególna struktura pozwala dowolnie kształtować ich funkcję przejściową.

Szczególnie innowacyjne wzmacniacze transkonduktancyjne to produkty firmy MAXIM; MAX435, o różnicowym tak wejściu jak wyjściu, i MAX436, o wejściu różnicowym i wyjściu niesymetrycznym.

Schemat podstawowy na rys. 1 pokazuje, w jaki sposób ustala się wzmocnienie w otwartej pętli: jest to iloczyn wewnętrzznego wzmocnienia „K” i stosunku impedancji wyjściowej Z1 do impedancji obwodu transkonduktancji Zi, włączonego przez użytkownika pomiędzy wyprowadzenia Z+ i Z-. Stosunek zwyczajnych rezystorów dokładnie wyznacza wzmocnienie, a wprowadzenie układu RC lub LC (a nawet kwarcu) otwiera szerokie możliwości kształtowania charakterystyki układu (wykonywanie filtrów).



Rys. 2. Struktura wewnętrzna układu MAX435

Uproszczony schemat wewnętrzny MAX435 (rys. 2) pokazuje przyjęte rozwiązania techniczne, nadające mu takie właściwości. Widoczne są wejścia różnicowe wzmacniacza o dużej impedancji (około 800kΩ) oraz różnicowe wyjścia w postaci źródeł prądowych, także o dużej impedancji (około 3,2kΩ): o impedancji wyjściowej decyduje jedynie dipol obciążenia. Jak widać, układ ten jest w znacznym stopniu odmienny od klasycznego wzmacniacza operacyjnego.

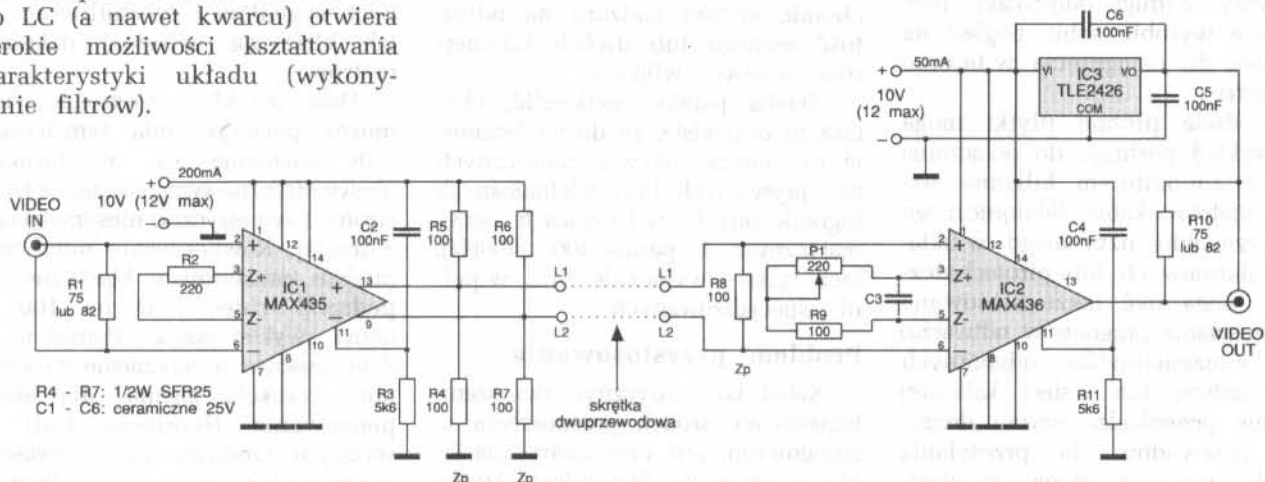
MAX436 tym się różni od MAX435, że posiada tylko jedno wyjście i że jego wewnętrzne wzmocnienie „K” wynosi 8, a nie 4. Oba te układy są przewidziane do zasilania napięciem +5V i -5V i są wyposażone w wyprowadzenie, za pomocą którego można w pewnym zakresie regulować prąd wewnętrznych generatorów. Można w ten sposób wybrać albo

małe straty mocy, albo duży prąd wyjściowy. Wyprowadzenie to (Rset) pozwala także wprowadzić wzmacniacz w stan oczekiwania (stand by), w którym pobór prądu spada do poziomu kilkuset μA.

Warto też zwrócić uwagę na znakomity współczynnik tłumienia sygnału synfazowego w tych układach - 53dB przy 10MHz. W tym przypadku oznacza to możliwość użycia bez ryzyka nie ekranowanej skrętki dwuprzewodowej, nawet mieszczącej się w kablu przenoszącym jeszcze inne sygnały niż video.

**Moduł nadawczy**

Na schemacie elektrycznym (rys. 3) moduł nadawczy mieści się po lewej stronie, jak o tym świadczy oznaczenie gniazdka VIDEO IN. Impedancja wejściowa wynika z oporności rezystora 75Ω (ale można użyć także 82Ω), a wzmocnienie jest wyznaczone przez rezystor 220Ω, nie ma więc podbicia. Można by



Rys. 3. Schemat połączeń video

to jednak rozważyć w przypadku bardzo długiej linii (wystarczy dodać równoległy układ RC).

Każde z wyjść różnicowych wzmacniacza jest obciążone opornością  $50\Omega$ , utworzoną przez dwa rezystory  $100\Omega$  masy wirtualnej. Pozwala to zasilić układ jednym napięciem  $10...12V$ . Przy zasilaniu z małego zasilacza sieciowego lub baterii układ pobiera około  $200mA$ . Takie rozwiązanie ma dwie wady: znaczne straty w rezystorach wyjściowych (około  $500mW$  w każdym, jest więc normalne, że się wyraźnie grzeją) i konieczność oddzielenia masy źródła sygnału video i masy zasilacza. Nie warto jednak, jak się wydaje, bawić się w symetryczne zasilanie, ponieważ wejście różnicowe wzmacniacza pozwala na taką sztuczkę.

Przyjęto więc założenie, że oporność charakterystyczna linii ( $Z_p$ ) wynosi  $100\Omega$ , co jest w zasadzie bliskie wartości rzeczywistej. W razie potrzeby można ją zmodyfikować, zmieniając po prostu cztery rezystory.

#### Moduł odbiorczy

Od strony odbiorczej linia jest zamknięta rezystorem  $100\Omega$ , zgodnie z przyjętą opornością charakterystyczną. Jeżeli do tej samej pary ma być przyłączone więcej odbiorników, to zakończenie to można uznać za wspólne. Wejście różnicowe MAX436 oddaje tutaj swoje usługi, niemal doskonale eliminując wszystkie zaindukowane w linii zakłócenia synfazowe. W większości przypadków obwód transkonduktancji może się ograniczyć do regulowanej oporności, służącej do dobrania wzmocnienia w zależności od tłumienia wprowadzonego przez linię

i otrzymania na wyjściu sygnału video o amplitudzie  $1V$ .

Wrazie przesyłania obrazu kolorowego szczególnie długą linią, można wprowadzić korekcję układem RC lub kondensatorem o pojemności kilkudziesięciu pF.

Pojedyncze (w tym przypadku) wyjście wzmacniacza jest automatycznie spolaryzowane napięciem  $V_{cc}/2$  doskonałej masy wirtualnej, utworzonej za pomocą specjalnego układu TLE2426 firmy Texas Instruments.

Podobnie jak stabilizator trójkońcówkowy, układ ten wytwarza napięcie równe dokładnie połowie napięcia zasilania, i może dostarczyć lub przyjąć prąd do  $20mA$ .

Oporność wyjściowa modułu jest ustalona przez rezystor  $75\Omega$ , który bez widocznego pogorszenia jakości można zastąpić rezystorem  $82\Omega$ . Moduł odbiorczy, podobnie jak nadawczy, jest zasilany napięciem  $10V$ , ale pobiera znacznie mniejszy prąd (poniżej  $50mA$ ). Należy przestrzegać podanych napięć zasilania. Napięcie wyższe od  $12V$  może zagrozić trwałości wzmacniaczy, podczas gdy przy napięciu niższym od  $9V$  mogą one nie działać właściwie. Można więc je zasilać tylko z zupełnie nowej baterii  $9V$ , albo w pełni naładowanego akumulatora  $9V$ .

#### Uruchomienie

Moduły najwygodniej jest zmontować na wąskich płytkach drukowanych, wyposażonych w gniazdzka RCA do video ( $1V$ ,  $75\Omega$ ) i złącza z wkrętami do dwuprzewodowych skrętek. Rysunki na wkładce pokazują mozaikę ścieżek nadajnika i odbiornika, **rys. 4, 5** - rozmieszczenie elementów. Przy mon-

tażu należy przestrzegać właściwego połączenia końcówek. L1 nadajnika powinna się łączyć z L1 odbiornika, odpowiednio L2 z L2; nie powinny one być krzyżowane. W zasadzie wystarczy użyć kolorowych przewodów, ale przy łączeniu ze sobą kilku odcinków trzeba wystrzegać się pomyłek. W przypadku stosowania kabli wieloprzewodowych, konieczne jest użycie przewodów (skręconych) tej samej pary. Są one wyraźnie rozróżnialne po ich obnażeniu z osłony. Trzeba jeszcze raz podkreślić konieczność użycia zasilaczy dobrej jakości (o stabilizowanych napięciach  $10...12V$ ), całkowicie oddzielnych. Nie mogą mieć żadnego wspólnego punktu z video (zwłaszcza masa), ani ze sobą (nadajnik z odbiornikiem).

W nadajniku nie jest przewidziana żadna regulacja, natomiast w odbiorniku trzeba dobrać wzmocnienie wzmacniacza w zależności od parametrów linii. Dokonuje się tego obserwując jakość odbieranego obrazu i starając się dobrać najlepszą kombinację nastawień modułu odbiorczego oraz monitora.

Zbyt duże wzmocnienie prowadzi do przesterowania, zwłaszcza jasnych partii obrazu, a za małe do pogorszenia kontrastu, a nawet do utraty synchronizacji. Oczywiście, warto także przeprowadzić kontrolę oscylograficzną, zwłaszcza w przypadku bardzo złej jakości obrazu. W większości jednak przypadków można zostać mile zaskoczonym jakością odbioru, ale Czytelnicy sami będą mogli ocenić wyniki oglądane na własne oczy.

#### ERP

#### WYKAZ ELEMENTÓW

##### Rezystory

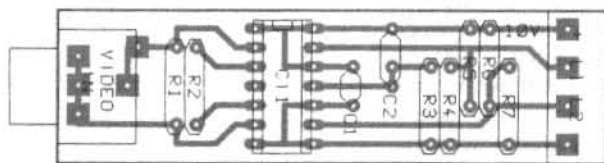
- R1, R10:  $75\Omega$  lub  $82\Omega$
- R2, P1:  $220\Omega$
- R3, R11:  $5,6k\Omega$
- R4...R9:  $100\Omega$

##### Kondensatory

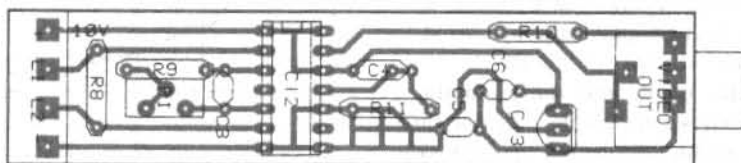
- C2, C4...C6:  $100nF$
- C3: w razie potrzeby

##### Półprzewodniki

- IC1: MAX435
- IC2: MAX436
- IC3: TLE2426



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce nadajnika



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce odbiornika