

# Tajniki zabezpieczeń nagrań video

Z łamaniem praw autorskich spotykamy się w wielu dziedzinach życia. Szczególnie dotkliwym rodzajem piractwa jest dla producentów i dystrybutorów filmów nielegalne kopiowanie kaset video, czemu zapobiega się na wiele sposobów. Jeden z nich przedstawiamy pokrótce w artykule.

Jak się okazuje, legalni dystrybutorzy filmów nagranych na kasetach magnetowidowych w obronie swoich praw sięgają nie tylko po środki natury prawnej, ale próbują posłużyć się także techniką. Sprawa okazała się na tyle interesująca, że postanowiłem napisać o tym kilka słów.

W wypożyczalniach kaset video można natknąć się na kasety nagrane w pewien szczególny sposób, który ma uniemożliwić ich dalsze nielegalne powielanie. Wykorzystana tu sztuczka techniczna jest związana z samą strukturą sygnału telewizyjnego. Stanowi to dobry pretekst, aby Czytelnikom mniej zorientowanym przypomnieć kilka szczegółów dotyczących techniki przekazywania obrazu w tak wszechobecnym sprzęcie, jakim stał się dzisiaj telewizor.

Zapewne większość Czytelników wie, że obraz telewizyjny składa się z setek poziomych linii kreślonych od góry do dołu przez strumień elektronów na ekranie kineskopu. Dzięki poświacie świecącego luminoforu oraz bezwładności oka liniowa struktura jest odbierana przez nasz mózg jako jednolity obraz. Ta faktura, doskonale widoczna z bliskiej odległości na ekranach odbiorników czarno-białych, w nowoczesnych odbiornikach kolorowych uległa zatarciu. Odtwarzają one barwy przez zmieszanie świecenia pasków luminoforów o trzech kolorach: czerwonym, zielonym i niebieskim, ale zasada tworzenia obrazu wciąż pozostaje ta sama.

Struktura przykładowej linii obrazu została przedstawiona na rys. 1. Sygnał o większej amplitudzie odpowiada intensywniejszemu świeceniu trzech kolorów luminoforu, co powoduje, że w tym miejscu obraz jest jaśniejszy. Im jest mniejsza amplituda sygnału, tym wyświetlany obraz jest ciemniejszy.

Polski standard telewizyjny przewiduje, że czas trwania jednej linii odchylenia poziomego (H) wynosi 64µs. Ale telewizor „do szczęścia”, czyli prawidłowego działania, oprócz informacji o treści odtwarzanego obrazu potrzebuje jeszcze czegoś więcej. Mu-

si wiedzieć, w którym momencie ma zacząć kreślić następną linię. Taką informację niosą impulsy synchronizacji występujące na początku każdego sygnału linii. Impuls synchronizacji linii (SH) to ujemny skok napięcia trwający 4,5...4,9µs. W tym czasie, a nawet jeszcze dłużej, wszelka informacja o treści wizji zostaje wycięta. Oznacza to, że trwa właśnie impuls wygaszania poziomego (GH). Początek tego impulsu wyprzedza SH o 1,3...1,8µs i trwa od 11,8µs do 12,3µs.

W systemie PAL, który także w Polsce stał się powszechnie obowiązującym systemem telewizyjnym, po zakończeniu impulsu synchronizacji, a przed początkiem wizji, można zaobserwować jeszcze jeden impuls będący próbką sygnału sinusoidalnego o dużej częstotliwości. Jest to impuls synchronizacji koloru niezbędny dla prawidłowego odtworzenia na ekranie kolorów. Trwa on ok. 3µs.

Standardową wartością amplitudy sygnału wizyjnego (np. podawanego z wyjścia magnetowidu na wejście odbiornika telewizyjnego) jest 1Vpp (międzyszczytowe) co oznacza, że różnica napięcia między najniższym poziomem sygnału (poziom sygnału SH) a najwyższym (najjaśniejsze punkty wizji) wynosi właśnie 1V. W takiej konwencji amplituda sygnału SH powinna wynosić ok. 0,3Vpp, a poziom czerni, tj. amplituda najciemniejszych fragmentów obrazu, powinna być o 50mV wyższa od poziomu wygaszania.

Kolejne linie tworzą obraz telewizyjny składający się z 625 linii. Nie są one jednak wyświetlane jednocześnie, ale „na dwie raty” (w dwóch półobrazach) w taki sposób, aby linie jednego półobrazu kreślone były między liniami drugiego półobrazu, co nosi nazwę obrazu z wybieraniem międzyliniowym. Ta cała komplikacja ma na celu polepszenie jakości obrazu poprzez takie oszukanie oka, aby widziało jednolitą płaszczyznę obrazu bez linii i migotania. Tak więc pojedynczy półobraz składa się z 312,5 linii; ta połowka linii służy do uzyskania

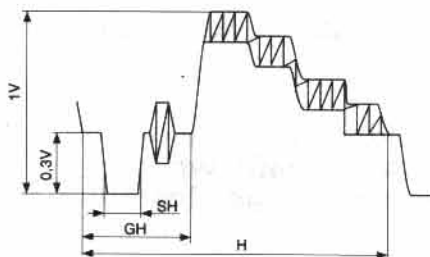
międzyliniowości. Tak naprawdę widzimy znacznie mniej linii, co wynika z konieczności zapewnienia odpowiednio długiego czasu na powrót wiązki elektronów z dołu na górę ekranu i rozpoczęcie wyświetlania obrazu od nowa.

W tym czasie, podobnie jak w przypadku pojedynczej linii telewizyjnej, treść wizji jest wygaszana i ekran nie świeci - trwa impuls wygaszania pionowego (GV). Impuls ten trwa przez czas odpowiadający 25 liniom. Generowane są wtedy impulsy tworzące impuls synchronizacji pionowej (SV) o czasie trwania 2,5 lub 3 normalnych linii, w zależności od tego, czy jest to półobraz parzysty czy nieparzysty, poprzedzone i zakończone tzw. impulsami wyrównawczymi. Czas trwania jednego półobrazu wynosi 20ms, a jego przykładowy fragment pokazano na rysunku 2.

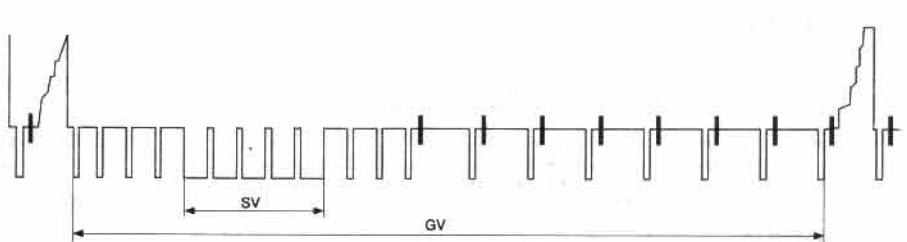
Po zakończeniu tylnych impulsów wyrównawczych, a przed końcem impulsu GV, gdy są generowane normalne już impulsy synchronizacji (z wygaszonym sygnałem wizji), rozciąga się obszar, który jest chętnie wykorzystywany do różnego typu zastosowań pomocniczych.

W sygnale telewizyjnym na niektórych liniach są generowane sygnały testowe, umożliwiające m.in. skontrolowanie pasma przenoszenia odbiornika i niektórych innych parametrów mających istotne znaczenie dla jakości odtwarzanego obrazu. W obumierającym standardzie SECAM na 9 kolejnych liniach generowane były sygnały potrzebne dla prawidłowej pracy dekodera koloru. Kilka linii jest zajętych na przesyłanie cyfrowych danych teletekstu.

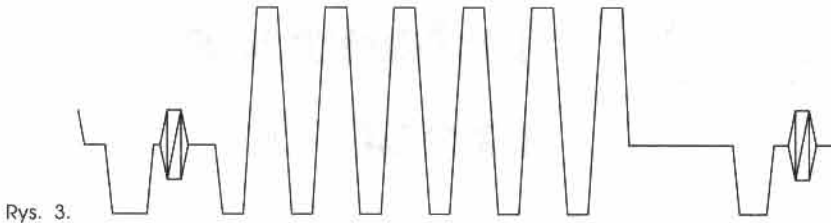
Ten właśnie obszar wykorzystano tworząc system zabezpieczenia kaset przed kopiowaniem. Jeżeli przyjrzymy się za pomocą oscyloskopu sygnałowi podawanemu z magnetowidu odtwarzającego oryginalną zabezpieczoną kasetę, wówczas zobaczymy, że znajduje się tam coś, czego normalnie być nie powinno. Mniej więcej, począwszy od czwartej linii, licząc od zakończenia tylnych impulsów wyrównawczych, kolejne



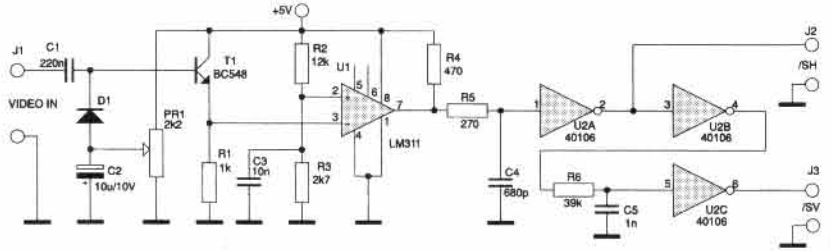
Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.

dziesięć linii wygląda tak, jak pokazano na rysunku 3.

Po sygnale identyfikacji koloru pojawia się grupa impulsów prostokątnych o czasie trwania ok. 40µs. Dodatkowo, górna ich część, powyżej poziomu czerni, w sposób pseudolosowy skokowo zmienia swoją amplitudę. Amplituda tych sygnałów rośnie lub maleje z różną szybkością. W efekcie całkowita amplituda sygnału w tym miejscu może się zmieniać w stosunku prawie dwukrotnym.

Do obserwacji sygnału telewizyjnego może się okazać przydatny układ z rysunku 4, pełniący rolę separatora i selektora impulsów synchronizacji. Na początku znajduje się układ odtwarzania składowej stałej zbudowany na tranzystorze T1 i elementach D1, C2, PR1. Sygnał wizyjny, sprzężony z resztą układu przez pojemność C1, w zależności od amplitudy treści wizji gromadzi na tej pojemności zmienny ładunek, co mogłoby dawać efekt „plywania” sygnału wraz

ze zmianami poziomu składowej stałej i utrudniłoby jego sensowne wykorzystanie. Układ „przyklepia” impulsy synchronizacji wizji do poziomu napięcia stałego ustawianego potencjometrem PR1 uniezależniając tym samym poziom składowej stałej od wahań amplitudy wizji.

Sygnał wizji jest podawany na komparator U1, którego wejście nieodwracające jest spolaryzowane napięciem stałym o wartości ok. 1V. Regulacja PR1 polega na tym, aby dolny poziom impulsu SH badanego sygnału znalazł się poniżej 1V, zaś poziom czerni powyżej 1V. W efekcie regulacji PR1 na wyjściu J2 powinny pokazać się stabilne i czyste impulsy synchronizacji poziomej. Impulsy te, po odwróceniu, są podawane na układ całkujący R6, C5 i na wejście kolejnego inwertera Schmitta, który formuje impulsy synchronizacji pionowej. Układ działa poprawnie już od amplitudy wejściowego sygnału wizji na poziomie 0,5Vpp.

Impulsy SV z wyjścia J3 podane na we-

jęcie zewnętrznej synchronizacji oscyloskopu pozwolą wygodnie obejrzeć owe tajemnicze impulsy dodawane do sygnału wizji zabezpieczanych kaset. Zabezpieczenie jest związane właśnie z tą nieregularną zmiennością ich amplitudy, co prowadzi do zmylenia układu automatyki magnetowidu, na którym nagrywana jest kopia zabezpieczonej kasy. Układ automatyki naprzemiennie zwiększa lub zmniejsza wzmocnienie nagrywanego sygnału. W efekcie jasność odtwarzanego na ekranie obrazu pulsuje, niekiedy giną kolory, zaś w skrajnych przypadkach może nastąpić chwilowa utrata synchronizacji.

System od strony technicznej jest pomysłem ciekawym, lecz nie do końca doskonałym. Okazało się, że zupełnie nie działa on podczas kopiowania kaset przy pomocy prostych magnetowidów. Mniej wyrafinowane układy automatyki uśredniają sygnał w taki sposób, że kilka nawet silnie przesterowanych linii nie może w znaczący sposób wpłynąć na działanie urządzenia. Poza tym, nawet przeciętnie zaawansowany elektronik potrafi sobie poradzić z takim problemem.

Sama zresztą idea zabezpieczenia kaset wydaje się dyskusyjna. Jest mało prawdopodobne, by wielkim rekinom piractwa ten system przeszkodził w nielegalnym skopiowaniu choćby jednego tytułu, za to znakomicie utrudnia życie tym, którzy na własny użytek chcieliby mieć na półce kilka ukochanych filmów. Ponieważ jednak ochrona praw autorskich nie jest dla redakcji EP pustym pojęciem, nie opublikujemy sposobu ominięcia opisanego zabezpieczenia żywiąc tylko nadzieję, że powyższy artykuł przybliżył Czytelnikom podstawowe informacje związane z telewizją, standardem sygnału telewizyjnego i najczęściej spotykaną metodą zabezpieczania nagrań video.

**Ryszard Szymaniak**