

TELEWIZJA

Telewizja. Choć dzisiaj brak telewizora wydaje się rzeczą niepojętą, był taki czas kiedy jego braku nie zauważano, i to z bardzo prostego powodu. Nikt telewizora jeszcze nie skonstruował. Nikt nie wiedział, że czegoś mu brakuje. Potem telewizor wymyślono i dzisiaj już wiemy, czego nam brakuje. A brakuje nam też czasu, na wykonanie tego, czego nie zdążyliśmy zrobić pleśniejac w fotelu przed telewizorem. I chyba dlatego, że twórcy tego wynalazku bali się o swoją skórę, i o to że dostaną ścierką po plecach za zabieranie młodzieży czasu na naukę, nie zostawili po sobie takiej dokumentacji jak wynalazca radia Marconi. Co prawda opierali się dokładnie na tych samych prawach fizyki i elektrotechniki co on, jednak trudniej jest dotrzeć do udokumentowanych informacji o pierwszych transmisjach telewizyjnych. Bo radiowe to pestka. Sam widziałem zdjęcie notatnika Guglielmo Marconiego z zapisanymi pod datą 12 grudnia 1901 r. informacjami o odebranych sygnałach radiowych. Między nami mówiąc, to Naczelny strasznie mnie męczył, chcąc wydusić ze mnie wiadomość kto telewizję wymyślił, a jeszcze lepiej abym przyznał się, że to ja telewizor wymyśliłem. Stawiłem mu odpór i się nie przyznałem.

To nie ja.

To rosyjski uczonec Borys Rosing. To on. To on wpadł na pomysł, że jeżeli wykorzysta się elektronową lampę katodową, wynalezioną w 1897 roku przez niemieckiego fizyka Karla Brauna, to można uzyskać obraz. A ściślej rzecz ujmując, jeżeli wykorzysta się światło rzucane przez tę lampę na ekran. Rok później inny uczonec o nazwisku Campbell-Swinton stwierdził, że taka lampa jest uniwersalna. Można ją stosować jako element przetwornika jak i odbiornika obrazu. Prace nad przesyłaniem obrazu trwały na wielu płaszczyznach i różne pomysły wcielano w życie. Odrobina czasu minęła od opublikowanego przez Campbella-Swintona pomysłu wykorzystania lampy, i w roku 1926 pewien uczonec Szkot, John Logie Baird, pracujący nad zupełnie innym, bo mechanicznym sposobem składania i analizy obrazu, zaprezentował członkom Royal Institution swoje urządzenie. I ono działało. Szkoci, jak wiesz Czytelniku, są narodem oszczędnym, w związku z tym,

aby nie dawać pieniędzy za występ innym ludziom, nasz John Logie Baird podczas pokazu występował z lalką. Poważnie.

Występował z lalką i udawał, że to ona do niego mówi. Taka lalka-brzuchomówca. Honorarium za pogaduszki pewnie zatrzymał dla siebie. Ale nic to. W końcu, dzięki między innymi i jego pracy, dzisiaj możemy oglądać w akcji innych bohaterów małego ekranu. No, ale wróćmy do lat dwudziestych naszego wieku. W tych to latach, Baird pracowicie spędza czas nad swoimi badaniami, które doprowadzają do tego, że w 1929 roku z nadajników BBC może przesłać pierwsze obrazy telewizyjne. A pierwsze telewizory Anglicy mogli sobie kupić w rok później. To działo się u potomków Francisa Drake'a. Ale prace nad przesyłaniem obrazów trwały nie tylko na wyspach Brytanii. W Ameryce, uczeń wspomnianego już Borysa Rosinga, opracował lampę zajmującą się przetwarzaniem obrazu w sygnał elektroniczny, którą nazwał ikonoskopem. Ten uczeń nazywał się Władimir Zworykin i potwierdził swą pracą słuszność wysnutego 15 lat wcześniej przez Campbella-Swintona wniosku o wykorzystaniu lampy katodowej do przesyłania obrazu. Generalnie rzecz ujmując, to Rosjanie, lub osoby pochodzące z Rosji, mają olbrzymi udział w stworzeniu telewizji. Twierdzenie to bronić można argumentem, że następny z nich, emigrant Isaac Shoenberg, pracując w angielskiej firmie EMI zbudował podobne w pomysłach do lampy Zworykina urządzenie, które nazwał emitronem. Tak więc mieliśmy u progu ery telewizji dwa działające pomysły. Opierający się na mechanicznym sposobie analizy i składania obrazu pomysł Johna Logie Bairda, oraz wykorzystujący elektroniczny sposób analizy i składania obrazu, pomysł naszych... hm.. rosyjskich znajomych. Istniejąca już wtedy firma Marconi Company połączyła się z EMI, która nie ustawała w wysiłkach przy pracy nad wizją. Dzięki fuzji tych dwóch przedsiębiorstw, został opracowany system obrazu wysokiej rozdzielczości. A że nic jeszcze nie było w tym czasie przesądzone, więc opierający się na rozdzielczości 240 linii system



Bairda jak i ten stworzony przez EMI-Marconi były testowane jako rozwiązania alternatywne. Okazało się jednak, że urządzenia Bairda są zawodne a jakość uzyskiwanego obrazu była bardzo niska w porównaniu z efektami uzyskiwanymi przez urządzenia EMI-Marconi. Szala zwycięstwa przechyliła się na stronę systemu reprezentowanego przez tę firmę i w 1937 roku przyjęto system opracowany w EMI-Marconi. Należałoby tutaj dodać z historycznego obowiązku, że w Niemczech pierwsze transmisje telewizyjne nadane zostały w marcu 1935 roku z rozdzielczością 180 linii. Niemcy wykorzystywali kamery mechaniczne, a program nadawany był nieprzerwanie przez trzy dni w tygodniu, aż do zbombardowania przez aliantów urządzeń telewizyjnych w 1943 roku. W Anglii stosowano system wysokiej rozdzielczości a pierwsza oficjalna transmisja odbyła się 2 listopada 1936 roku. Choć to w Ameryce pracował w latach dwudziestych, znany ci już Czytelniku, Władimir Zworykin i wymyślał podstawy urządzeń telewizyjnych, to ze względu na trudności natury prawnej, Ameryka pozostała w tyle, jeżeli chodzi o stacje nadawcze i programy telewizyjne. Niemniej jednak, udało się rozwiązać kłopoty ochrony patentowej, finansowania i inne z tym związane na tyle, by 30 kwietnia 1939 roku, w dniu otwarcia Wystawy Światowej w Nowym Jorku uruchomić telewizję amerykańską. Kiedy wrócimy na nasze, polskie podwórko to okaże się, że Polska wcale nie była do tyłu przy wprowadzaniu telewizji. Prace nad jej uruchomieniem zostały zapoczątkowane w 1935 roku a zakończone w 1937. Potem niestety nastąpiła wojna i przerwane przez nią prace wznowiono w 1947 roku, by pierwszy program telewizyjny nadać 25 października 1952 roku. Te pierwsze programy trwały pół godziny i nadawano je raz w tygodniu. Po wybudowaniu Pałacu Kultury i Nauki, znajdujący się tam nadajnik telewizyjny od 1956 roku znalazł codzienne zajęcie, pracownicy emitując do naszych mieszkań wiadomości codzienne i wydarzenia kulturalne.

Telewizja

Tak wygląda historia telewizji. Medium, dzięki któremu mogliśmy być w lipcu 1969 roku razem z pierwszymi ludźmi na Księżycu, niedawno razem z sondą kosmiczną na Marsie oraz dzięki któremu jesteśmy bliżej wydarzeń, otaczających nas ludzi i zwierząt.

No, dobrze, ale jak się domyślam, to chesz mnie zapytać jak działa ta telewizja i co to jest?

W porządku, już odpowiadam. Telewizja działa prosto i to jest obraz i dźwięk w jednym.

Taki „Vidal-Sasoon” albo „Wash and Go”. Jasne?

Nie do końca?

No dobrze, to wróćmy do radia.

Radio to taka skrzyneczka przypominająca pudełko do butów, i to pudełko do butów gra, pamiętasz? No, właśnie. Ta telewizja to takie samo pudełko do butów, co to gra i jeszcze w dodatku widać buty tego co gra, bo ma dziurę, czyli ekran. Proste? Chyba jednak nie.

Jedna z moich znajomych, osoba w „średnim” wieku, nigdy nie pozwoli sobie przejść w nocnej koszuli (nie mówiąc już o głębszym negliżu) przy włączonym telewizorze, bo „oni” mogliby ją zobaczyć. Do dziś ma niejasne przeczucie, że ci z ekranu jednak ją obserwują, bo czasami spiker czy komentator patrzy jej prosto w oczy i tak jakoś się dziwnie do niej uśmiecha... I skąd wiedzą, że ogląda telewizję i to właśnie ten program, gdy mówią: oglądacie państwo nasz program... Skąd wiedzą, że ogląda?

A może to jakieś czary? Dziadek mojego kolegi (97lat) ma nawet w telewizji znajomych. W niedzielę mówią do niego, kiwają do niego ręką. A ten facet z brodą, co to pokazuje te śmieszne kawałki filmów, nawet coś do dziadka mówił czy o coś pytał, ale dziadek z racji swego wieku jest trochę przygłuchy i nie bardzo rozumiał, o co tamtemu chodziło. Wtedy ten facet zawołał jakąś kobietę, i ta coś do dziadka mówiła. Ale i wtedy dziadek nie bardzo rozumiał, co chciała. W każdym razie coś do niego mówili i o coś pytali. Tylko skąd wiedzieli, że to właśnie on mógłby im dużo opowiedzieć, bo przecież był zesłany na Sybir za Workutę, potem był w armii Andersa, walczył pod Monte Cassino...

To jak to jest? Czy ci z telewizji widzą moją znajomą? Czy wiedzą, kiedy włączyła odbiornik? Czy widzą dziadka oglądającego „Śmiechu warte”?

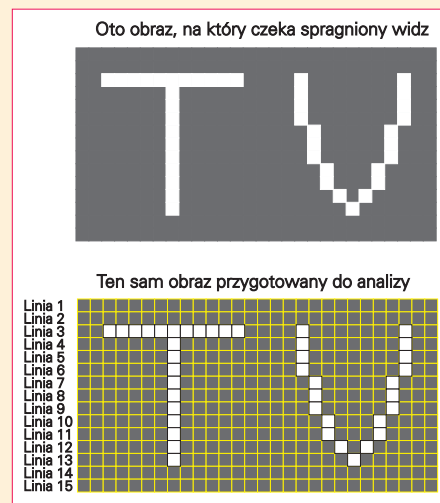
Powoli. Na pytanie co to jest telewizja, można znaleźć odpowiedź w założeniach, jakie musi spełniać jako jedna z dziedzin telekomunikacji. Bo telewizja, to wystaw waść sobie – telekomunikacja. Otóż do zajęć telewizyj należy odbieranie, ... zaraz, zaraz, może zacznijmy od początku: naj-

pierw nadawanie, przesyłanie, odbieranie (odtwarzanie) obrazów zarejestrowanych na taśmie filmowej, magnetycznej albo i całkiem na żywo. Obraz musi być nadawany z głosem, a kiedy mówca nie ma nic ważnego do powiedzenia, to można i bez głosu. Nikt płakał nie będzie.

Ten obraz, w zależności od tego jak wygląda, to się specjalnie nazywa. Jak jest czarno-biały, to się nazywa **monochromatyczny** – mamy wtedy do czynienia z telewizją monochromatyczną. Kiedy pyszni się wszystkimi barwami tęczy, mamy do czynienia z telewizją kolorową. Ale abyś mógł młody telewizzu oglądać obrazy czarno-białe albo i nawet kolorowe, to telewizja, a w zasadzie ci co ją wymyśliłi, musieli uwzględnić przy tym wymyślaniu coś, co wszyscy mamy. A mamy do oglądania tego co się wokół nas dzieje – oczy. Telewizja i to co się z nią wiąże, bardzo chytrze wykorzystuje pewne właściwości oka ludzkiego i te oczy... oszukuje. Dokładnie rzecz ujmując, wykorzystuje dwie właściwości oka. Jako pierwszą właściwość, wykorzystuje ograniczoną zdolność rozdzielczą wzroku, a więc zdolność rozróżniania szczegółów. Cóż to takiego? Rzuć okiem na przykład. Gdy np. powiększysz zdjęcie z czarno-białej gazety do sporych rozmiarów (np. korzystając z silnej lupy), to przekonasz się, że zamieszczone tam fotografie składają się z ogromnej liczby kropek – punktów. A te punkty, z których składa się obraz, różnią się między sobą jaskrawością w zakresie od bieli do czerni. Kiedy teraz spojrzysz na takie zdjęcie z dalszej odległości, to wszystkie punkty zleją się i ułożą się w treść obrazu. Obraz telewizyjny też składa się właśnie z takich punktów i im ich jest więcej, tym ostrzejszy i wyraźniejszy jest obraz.

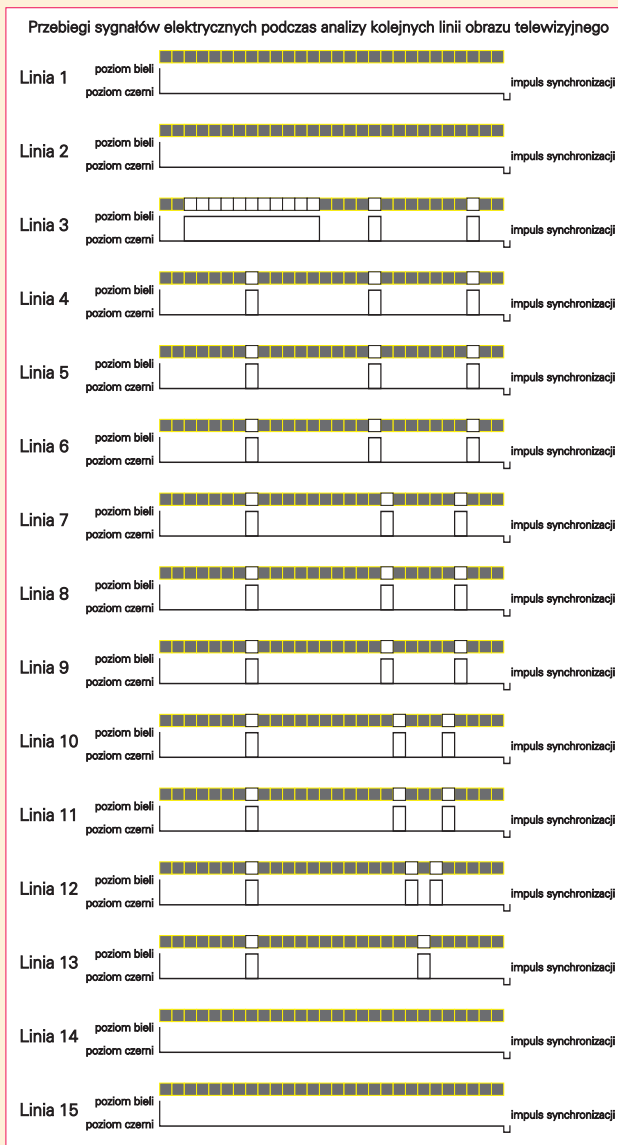
Drugą cechą naszego wzroku jest bezwładność. Jest to zjawisko utrwalenia na krótki czas dostrzeżonego obrazu. Nasze oko niejako zapamiętuje obraz na około 1/10 s, i jeżeli w tym czasie zostanie zmieniony na następny, to przy szybkiej zmianie szeregu takich nieruchomych obrazów różniących się między sobą fazą ruchu, zaobserwujemy płynny ruch a nie pojedyncze obrazy. Mam nadzieję, że nie przedstawiłem tego zbyt zawiłe. Jest to również zasada wykorzystywana w kinie, gdzie ruchomy obraz powstaje z szeregu klatek wyświetlanych kolejno na ekranie (24 klatki na sekundę). W każdym razie, tu tkwi cały sekret ruchomych obrazów. Ale w kinie jest łatwiej, bo w danej chwili na ekran wyświetlana jest cała klatka – jeden cały obraz. W telewizji jest trudniej. Nie można ot tak, za jednym zamachem wyświetlić na ekranie całego obrazu. Trzeba go wyświetlić, ale pewnym sposobem. Otóż należy nadawany obraz po-

dzielić na jak najmniejsze elementy czyli punkty, zachowując oczywiście kolejność ich występowania w nadawanym obrazie, przesłać te punkty (uważaj!) **kolejno** i poskładać to wszystko z powrotem w odbiorniku i to najlepiej kilkadziesiąt razy w ciągu sekundy. Abyś mógł ten rozebrany na elementy obraz zobaczyć i wiadomości poukładać w głowie popatrz teraz na **rysunek 1**.



Rys. 1.

W tym przypadku chcemy przesłać treść obrazu, na który składają się jasne litery na czarnym tle. W tym celu, zgodnie z tym co już przeczytałeś, obraz musi zostać podzielony na szereg punktów i składających się z tych punktów linii. Dla ułatwienia masz to jak na dłoni przedstawione na rysunku. Spotkałeś już to określenie – „linia”, kilka chwil temu przy okazji historycznego rysu telewizji. Teraz uważaj, bo mam trudne telewizyjne słowo. **Luminancja**. Jest to jaskrawość tych punktów, które pracowicie składają się na oglądany na ekranie obraz. Za chwilę dowiesz się jakie to ważne, by tych linii było dużo. Każda z (poziomych) linii składa się z szeregu punktów o różnym stopniu jaskrawości, czyli różnej luminancji. Podczas analizy obrazu każdy z punktów z każdej kolejnej linii zostaje zamieniony na sygnał elektryczny, którego amplituda (chwilowe napięcie) jest proporcjonalna do jego jaskrawości. Większe napięcie – jaśniejszy punkt. Następny, **rysunek 2** przedstawia obraz naszych przykładowych literok rozebrany na linie i punkty, oraz sygnały elektryczne, uzyskane przy analizie tego obrazu. Jak widzisz, sygnał ma tu tylko dwie skrajne wartości, gdyż obraz jest czarno-biały, bez pośrednich odcieni szarości. Kolorowi szaremu, w zależności od odcienia, odpowiadają napięcia pośrednie, między poziomem (napięciem) bieli i poziomem czerni.



Rys. 2.

Ten rysunek, w powiązaniu z wcześniejszym, pokazuje jak ważna jest liczba linii, na które dzielony jest obraz. Jak sam widzisz, im więcej linii, tym ostrzejszy, wyraźniejszy i bogatszy w szczegóły jest przekaz.

Lecimy dalej.

W związku z tym, że zapamiętany przez oko obraz pozostaje na siatkówce, jak już wiesz, przez ok. 1/10 sekundy, więc aby został zachowany ruch dający wrażenie płynności, taki obraz musi zostać kilkudziesięciokrotnie w ciągu tej sekundy analizowany i nadany, a potem odtworzony. Takie wymaganie przy rozkładaniu i przy odtwarzaniu obrazu, to jedna z wielu rzeczy, które składają się na tzw. standard telewizyjny. Zajmijmy się zatem informacjami, które niezbędne są do określenia tego standardu. Do wymagań tych, oprócz kilkakrotnie już wspomianej liczby linii, należy format obrazu oraz liczba obrazów, które muszą być nadane w ciągu sekundy, aby zachować wrażenie ciągłego ruchu. Zgodnie z przyjętym

u nas w Polsce standardem telewizyjnym, analizowany obraz składa się 625 linii, w ciągu sekundy oglądasz 50 obrazów (jak się je liczy naprawdę, za chwilę się dowiesz), a ustalony format obrazu to 4:3 (szerokość:wysokość). To są podstawowe wymagania, aby można było nadawany obraz odtworzyć u ciebie w domu. Te 625 linii i 50 obrazów występują zarówno po stronie nadawczej jak i odbiorczej, i kiedy to sobie wyraźnie uzmyslowimy to, jako osoby myślące, zaczyna nas gnębić następujący problem.

Co? Jak to? Jeszcze nic cię nie gnębi?

To uważaj, bo zaraz zaczniesz. W każdym razie innych gnębi następujące pytanie: jak spowodować kolejne odczytywanie linii i punktów, żeby nic się tu nie pomyliło i nie namieszało? Żeby analizowanie zaczynało się na początku pierwszej linii a kończyło na końcu ostatniej i żeby w telewizorze odtwarzanie obrazu, czyli rysowanie na ekranie, również zaczynało się na początku

ku pierwszej linii a kończyło na ostatniej. Trzeba jakoś przesyłać informacje synchronizować. A czy widziałeś na rysunku 2, że każdy sygnał kończy się małym „zadziorkiem” – tak zwanym impulsem synchronizacji linii? Na pewno widziałeś. Komu i po co to potrzebne? Już tłumaczę.

Aby odczytywane po kolei punkty nie pomieszały się jak groch z kapustą, na końcu każdej linii musi znajdować się sygnał synchronizacji, tzw. impuls synchronizacji linii, a kiedy w szale analizowania obrazu obejrzymy już wszystkie punkty w liniach i dojdziemy do ostatniej, to znajdziemy na końcu ostatniej linii i sygnał nazwany impulsem synchronizacji obrazu. Gdyby zabrakło tych impulsów synchronizacji, na ekranie powstałby taki galimatias, że wszyscy współcześni malarze poszliby się utopić z bezgranicznej rozpacz, że bezduszna technika robi większe zamieszanie w barwnych plamach niż oni. No, ale ratujmy życie malarzy i wracajmy do techniki telewizyjnej.

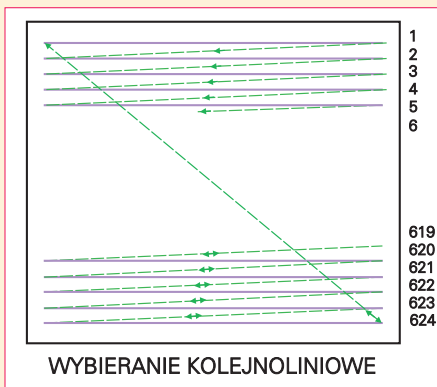
Już czytałeś przed chwilą o impulsach synchronizacji, a więc wniosek z tego, że muszą być jakieś generatory tych impulsów, aby przypilnować tych linii i obrazów. I wyobraź sobie są, i nieco dalej jeszcze do tych generatorów wrócimy. Na razie pozostajemy przy tym co widać, albo co chcemy, żeby było widać. Mówiliśmy o kolejnym odczytywaniu linii i jej elementów, czyli szczegółów obrazu. Pamiętaj, że najpierw cały obraz jest rozkładany na elementy (punkty). Potem każdemu punktowi zostaje przypisana jakaś wartość napięcia, świadcząca o jego jasności. Do tego dokładane są jakieś tam impulsy synchronizacji i całość jest wysyłana do ciebie. Tu obraz jest składany z powrotem, co obserwujesz na ekranie telewizora.

W telewizorze masz lampę kineskopową. Obraz powstaje przy pomocy wiązki elektronów, która trafia w ekran, powodując świecenie (uważaj) tylko jednego punktu. Aby jedna wiązka elektronów narysowała obraz na ekranie, jest prowadzona jak po sznurku po tych liniach, o których już wspominałem. Dokładnie tak, jak twój wzrok, kiedy czytasz ten tekst. Widok końca linii tekstu daje ci znać, że masz przenieść wzrok liniijkę niżej lub na następną stronę. Dokładnie tak samo dzieje się z wiązką elektronów. Po narysowaniu jednej linii, gdy pojawi się ten impuls synchronizacji, wiązka powraca na początek następnej linii, a plamka świetlna rysująca obraz jest wtedy wygaszona. Kolejne linie są przesuwane w pionie o odpowiedni mały odcinek.

Nad ruchem plamki po ekranie czuwa kawałek urządzenia telewizyjnego, który zajmuje się odchyleniem wiązki elektronów w pionie i poziomie. Czuwa, by wiązka elektronów została odchylona w poziomie, aby rysować poszczególne punkty tych linii, oraz w pionie, aby rysować kolejne linie obrazu. Mało tego, wygasza tę wiązkę w czasie powrotu z końca na początek następnej linii, abyś nie widział żadnych śmieci na ekranie. Do tego służą układy odchylenia pionowego, poziomego oraz obwody wygaszania. Też do nich dojdziemy w następnej wyprawie do wnętrza telewizora.

Ale pozostajemy jeszcze przez siedem chwil przy analizie obrazu. Zwróć zatem uwagę na **rysunek 3**.

Widzimy tutaj zasadę wybierania kolejnoliniowego. Linią przerywaną oznaczonym powrotny bieg strumienia wybierającego (to jest właśnie nasze wygaszanie powrotów). W chwili zakończenia analizy pierwszej linii, wytwarzany jest impuls, który mówi, że to już jest jej koniec i nic więcej strumień elektronów dalej nie znajdzie i niech się nie wygłupia, tylko śmiga na początek następnej. Zostaje urucho-



Rys. 3.

miona procedura wygaszania powracającej wiązki elektronów i ten sam impuls powoduje, że wiązka, tak jak to przed momentem przeczytałeś, ustawiana jest na początku następnej linii. I tak dalej, i tak dalej, 625 razy, aż do końca ostatniej, kiedy to impuls z końca ostatniej linii rzuca w wir pracy strumień elektronów od początku. Jeden cykl odchylenia pionowego przypada na 625 linii poziomych. Można zadać sobie pytanie: ile powinno być tych cykli odchylenia pionowego w ciągu sekundy? Oko zapamiętuje obraz, jak już wcześniej dwa razy zdążyłem powiedzieć, przez 1/10 sekundy, więc teoretycznie powinno tych cykli być 10. Jak myślisz, starczy? Ale czy uwzględniłeś młody człowieku swoje oczy i to, że nimi ruszasz, a nawet wtedy, gdy skupisz uwagę w jednym miejscu, to niezależnie od wszystkiego mrugasz? Efekt stroboskopowy, który wtedy powstaje, spowodowałby „zamrożenie” treści oglądanego obrazu na króciutką chwilę, po której nastąpiłaby normalna projekcja. Ale „skok” już byś zauważył.

Nie czujesz jeszcze tego efektu stroboskopowego? No to zrobimy eksperyment.

Jeżeli masz w tej chwili włączony odbiornik telewizyjny, to machnij przed ekranem dłonią z rozchylonymi palcami. Jak wygląda twoja dłoń? Teraz widzisz? Gdyby tych obrazów było 10 miałbyś podobny efekt ale bez udziału własnych palców.

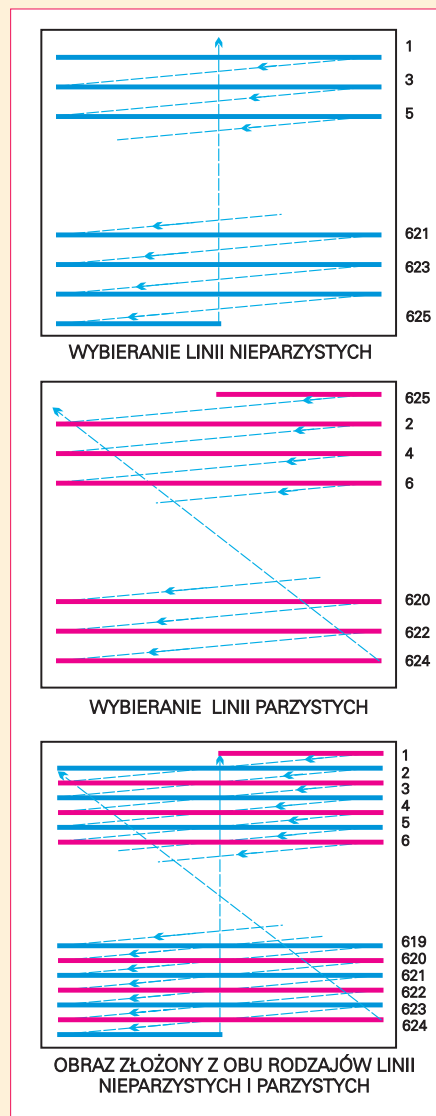
Można oglądać taki obraz? Nie, nie można!

Po prostu, jeżeli tych nadawanych obrazów będzie za mało, pojawi się problem „mrugania” obrazu, który, na przykład przy projekcji normalnej taśmy filmowej, jest eliminowany przez dwukrotne zrucenie na ekran obrazu tej samej klatki. Umożliwia to specjalna konstrukcja migawki projektora. Wzorem z taśm filmowych, które są odtwarzane z prędkością 24 klatek na sekundę, posłużono się przy uruchamianiu telewizji. Ale, że telewizja jest nowocześniejsza niż taśma filmowa, to dodano 1 cykl więcej. Zastosujemy więc i w naszych rozważaniach 25 takich

cykli. Wybieranie kolejnoliniowe z częstotliwością 25 obrazów na sekundę jednak ma pewną wadę. Na skutek migotania obrazu, dłuższe oglądanie jest męczące. Pamiętasz co zastosowano w kinie, aby oglądanie filmu nikogo nie męczyło? W telewizji też skorzystano z tego sposobu. W celu wyeliminowania tej niedogodności, zwiększono częstotliwość projekcji do 50 w ciągu sekundy. Osiągnięto to przez dwukrotne powtarzanie tej samej treści. Jak to zrobiono? Bardzo prosto. Obraz na ekranie najpierw tworzony jest przy pomocy linii nieparzystych a potem parzystych. Naukowo rzecz ujmując, wygląda to tak, że obraz został rozłożony na dwa półobrazy składające się z 312,5 linii. W ciągu sekundy nadawane jest zatem precyzyjnie rzecz ujmując 50 półobrazów, nic nam zatem w oczach nie skacze, a i rozdzielczość jest zachowana, gdyż liczba linii pozostaje nie zmieniona. Zerknij na **rysunek 4**, który przybliży ci to, o czym przed chwilą czytałeś.

Rozgrzaliśmy się tymi 50 półobrazami, które nam pracownicy tworzą stabilny wi-

Rys. 4.



dok, zatem nadszedł już czas, aby rozpocząć zajęcia z matmy.

Stój!

Nie uciekaj!

To ja będę liczył, a ty czytaj sobie spokojnie dalej, gdyż nie będzie to zbyt trudne. Na pewno spotkałeś się już w swoim życiu elektronika, z określeniem „szerokość pasma”. To wcale nie jest takie trudne. Wcześniej mówiłem ci, że różnym poziomom jasności (od czerni do bieli) odpowiadają jakieś wartości napięcia. Proste! Problem tylko w tym, że plamka lata jak wściekła po ekranie i w każdym momencie o jej jasności decyduje chwilowa wartość napięcia. Jeśli plamka biega bardzo szybko (a tak jest w istocie), to bardzo szybko musi się też zmieniać chwilowe napięcie decydujące o jej jasności. I właśnie ta wymagana szybkość zmian napięcia jest nieodłącznie związana z pasmem. Czym szersze pasmo, tym szybciej może się zmieniać napięcie.

Zajmiemy się teraz szerokością pasma telewizyjnego. A więc takim zakresem częstotliwości, w którym muszą się znaleźć wszystkie informacje dotyczące szczegółów znajdujących w liniach. I żeby można to było czytelnie nadać i czytelnie odtworzyć. W związku z tym, że telewizja czarno-biała była prekursorem, więc rzecz dotyczyć będzie matematyki tej telewizji. Zdradzę ci tajemnicę, że szerokość pasma telewizyjnego zależy od:

- liczby pełnych obrazów na sekundę,
- stosunku szerokości obrazu do jego wysokości,
- liczby linii podniesionej do kwadratu.

Kiedy to wszystko zapiszemy matematycznie, będzie to wyglądało tak:

$$25 \times (4:3) \times (625 \times 625) = 13\,020\,833,33$$

Dla ułatwienia zaokrąglono wynik do liczby 13 000 000. Uważaj teraz. Mniej więcej tylko pojedynczych punktów trzeba pracownicy wyświetlić na ekranie odbiornika w ciągu każdej sekundy! Ponieważ w najgorszym z możliwych przypadków punkty mogą być na przemian czarne i białe, więc częstotliwość zmian w sygnale wizyjnym jest mniejsza o połowę, a więc o 6 500 000. Zatem szerokość pasma sygnału wizyjnego nie chce być inna i wynosi: 6,5 MHz.

Skoro już się rozgrzaliśmy szerokością pasma, to policzmy częstotliwość odchylenia poziomego. Pamiętasz? Dzięki tej częstotliwości będziemy mogli odchyłać w poziomie wiązkę elektronów. Znajdziemy tę częstotliwość jeżeli liczbę pełnych obrazów na sekundę przemnożymy przez liczbę linii. W ukochanej przez ciebie matematyce wygląda to tak:

$$25 \times 625 = 15625 \text{ Hz}$$

Teraz można już obliczyć czas potrzebny do analizy jednej linii. Ta wartość oznaczana jest literą H (horizontal) i wynosi:

$$H = 1/15625\text{Hz} = 64\mu\text{s}$$

Częstotliwość odchyłania pionowego wychlapałem wcześniej i wynosi ona jak pamiętasz... dobrze, zgadza się, 50Hz.

Dzięki tej wiedzy można już obliczyć czas trwania jednego półobrazu. Tę wartość oznacza się literą V (vertical) i wynosi ona:

$$V = 1/50\text{Hz} = 20\text{ms.}$$

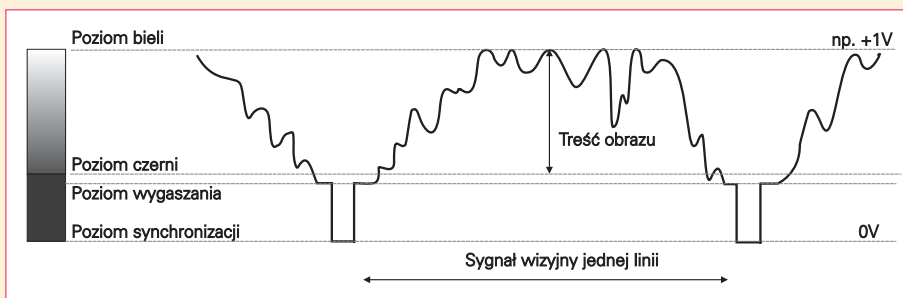
Zmęczyłeś się tą matką? Nie? No to w porządku.

Popatrz teraz na **rysunek 5**. Znajdziesz na nim sygnał wizyjny jednej linii.

nego daje światła koloru turkusowego. Światła kolorów czerwonego i niebieskiego dają światło koloru purpury. Światła kolorów zielonego i czerwonego w zależności od proporcji pozwalają uzyskać następujące światła kolorów:

- 25% zielonego i 75% czerwonego daje światło koloru pomarańczowego,
- 50% zielonego i 50% czerwonego daje nam światło koloru żółtego.

Najprostsza sytuacja jest wtedy kiedy nie mamy żadnego światła kolorowego.



Rys. 5.

Podstawowe założenia dotyczące telewizji już sobie, mam nadzieję, przyswoiłeś. Dodam tylko gwoli przypomnienia, że dotyczyły, w chwili ich powstania, telewizji czarno-białej. Ale od czasów telewizji monochromatycznej czas pomknął ciuchem lotem naprzód, i teraz cieszymy się programem nadawanym w kolorze. Usiądź zatem wygodnie, bo skupimy się teraz nad zasadami telewizji kolorowej. Zaczniemy od praw optyki, bo od nich zaczęli ci, którzy kolor do telewizji wprowadzili. Teraz uwaga, bo trzeba żdziebko wysilić rozum i pamięć do pracy zaprzając, przez przyswojenie sobie kilku podstawowych definicji dotyczących oglądarki. Oto ona, ta pierwsza definicja: **każdy dowolny kolor może być odtworzony przez zsumowanie w odpowiednich proporcjach trzech kolorów podstawowych, ale tak wybranych, aby suma dwóch kolorów podstawowych nie mogła odtworzyć koloru trzeciego.**

Jasne? Nie? No to jeszcze raz przeczytaj. Teraz już proste? W porządku, to lecimy dalej. Zgodnie z zasadą pracowicie przeczytaną przed momentem, ci co telewizję kolorową robili, popatrzeli na niebo po burzy, przepuścili promień światła przez pryzmat, podrapali się w mądre głowy i wybrali dla nas takie trzy podstawowe kolory. Te kolory to: zielony (G), czerwony (R) oraz niebieski (B). Zmieszanie tych trzech kolorów w równych proporcjach daje kolor biały. W zasadzie powinniśmy używać wyrażenia „światła tych kolorów” gdyż precyzyjniej oddaje to, co się dzieje w urządzeniach analizujących i odtwarzających obraz kolorowy. Nauczyciele od plastyki wpadną w zachwyt, gdy będziesz wiedział, że zmieszanie światła koloru niebieskiego i zielo-

Wtedy jest głęboka noc czyli czysta, żywa czerń. I wtedy mamy bardzo fajne światło. Mamy „światło koloru czarnego”. Mówisz, że nie ma takiego światła?

... może i nie ma... No, dobrze, może się trochę w tym szale mieszania barw zagalopowałem. Ale jak dostaniesz dobrą ocenę z plastyki za paćkanie w kolorach, to racz łaskawy czytelniku pamiętać, że zawdzięczasz to elektronice i moim informacjom o telewizorze. Skoro już zaczęliśmy podierać się definicjami optyki, to posłużmy się następną, która mówi, że **kolor ma dwie cechy, ilościową i jakościową**. Poznałeś już słowo, które określa cechę ilościową koloru. Zarówno w telewizji monochromatycznej jak i kolorowej jest to stopień jaskrawości określane jako luminancja. Natomiast druga cecha koloru to chrominancja, czyli nasycenie i odcień barwy. Nasycenie jest jakby domieszką koloru białego, a precyzyjnie rzecz ujmując, ilości tej domieszki. Natomiast odcień barwy, to różnica, którą można dostrzec między obserwowanymi kolorami, np. żółtym i pomarańczowym lub żółtym i czerwonym. Skatuję cię tymi definicjami, ale bez nich nie uda się zmajstrować kolorowego obrazu. Uważaj teraz, bo czeka na ciebie następna zasada.

Odtworzenie każdego koloru za pomocą kolorów podstawowych jest jednoznaczne, każdemu odtwarzanemu kolorowi odpowiada tylko jedna kombinacja kolorów podstawowych.

Tego nawet nie będę komentował, gdyż jest nad wyraz proste w swym kolorowym jestestwie. Kiedy te wszystkie zasady zbierze się razem i zastosuje w praktyce, to telewizja kolorowa stoi u bram. Zostaje jeszcze sprawdzenie czy starczy

nam szerokości pasma telewizyjnego, bo tych kolorów zrobiło się nam coś więcej. Do tej pory wiedzieliśmy, że po jednej stronie jest biały, po drugiej czarny, a jak coś jest szare, to się po prostu mieści w środku. Teraz też mamy kolor biały, mamy kolor czarny, ale w tym środku to mamy całą tęczę. Na zdrowy rozum biorąc, każdy z trzech wyodrębnionych podstawowych kolorów musi mieć swoją szerokość pasma. Skoro jedno ma szerokość 6,5MHz, to biorąc pod uwagę, że podstawowych kolorów jest trzy to ... Prawie dwadzieścia megaherców? W życiu!

Przecież nikt nam tak szerokiego pasma nie da. Widzisz? Nie widzisz. Widzisz? Nie widzisz. A widzisz!

Wcale nie musimy mieć pasma trzykrotnie szerszego. Starczy to „stare pasmo” o szerokości przydzielonej dla telewizji czarno-białej. Pytasz jak to możliwe?

A myślisz, że po co pisałem te wszystkie definicje o kolorach i o tym, co z którego być może, albo co się na pewno nie uda? Po to, abyś mógł się zmieścić w to wąziutkie w tej chwili pasmo.

Wracajmy więc do naszych naukowców, którzy podobnie jak ty, stanęli w obliczu tego samego problemu. Skoro nie można, ze względu na ograniczenia szerokości pasma, przesłać trzech kolorów, to należało posłużyć się fortelem. Fortel musiał być nie lada, a szydło wyszło z worka w trakcie badań. To sztydło to informacja, że aby otrzymać po stronie odbiorczej odpowiedniej jakości obraz, wcale nie trzeba przysyłać trzech pełnych informacji o kolorach podstawowych! Mówiąc obrazowo, można znów oszukać oko i tylko podkolorować obraz czarno-biały. I to nie cały obraz, tylko większe kolorowe kawałki. Drobniejsze szczegóły pozostaną czarno-białe. I co? I nic! Nasze oszukiwane na kilka sposobów oko mimo to będzie odbierać piękny kolorowy obraz.

Nie będę cię tu męczył szczegółami, wspomnę tylko, że informacja o kolorach może być znacznie okrojona i zajmować niewielkie pasmo częstotliwości.

W każdym razie, żeby zapewnić kompatybilność starego z nowym, czyli by stare odbiorniki czarno-białe mogły odbierać nowy, kolorowy obraz, należy nadal przysyłać informacje o luminancji, czyli to, co jest potrzebne dla odbiornika czarno-białego. Do tego trzeba jakoś dodać informacje o trzech kolorach podstawowych. Odbiornik kolorowy „wydtubie” sobie tę informację o kolorze, a czarno-biały po prostu z niej nie skorzysta.

Z tego wychodzi, że trzeba przesłać do odbiornika cztery sygnały: sygnał odpowiadający jaskrawości elementów obrazu, czyli sygnał luminancji, oraz sygnały naszych trzech podstawowych kolorów. Ale jak pamiętasz nie zmieścilibyśmy się

Telewizja

w pasmie, zatem fortel jest niezwykle potrzebny. Na początek zrezygnowano z jednego sygnału, bo informację o nim można sprytnie uzyskać z pozostałych sygnałów. Tym pominiętym kolorem został kolor zielony. Zielony to kolor nadziei, więc nie ma co się przejmować, że go od razu nie widać.

Ale to nie koniec. Podczas eksperymentów okazało się, że nasz wzrok strasznie rozpacza i nad wyraz cierpi, gdy mu się zniekształca sygnały jaskrawości kolorów. Więc aby posiadacz wzroku nie wpadł w przygnębienie, postanowiono poprawić ten mankament i stworzono tak zwane sygnały różnicowe R-Y i B-Y. Ta literka Y we wzorze, to jest oznaczenie luminancji. Tak więc ostatecznie do odbiornika przesyła się sygnał luminancji (Y) oraz dwa sygnały różnicowe z kolorów czerwonego i niebieskiego (R-Y i B-Y).

Pozostało tylko wymyślić sposób jak to zrobić, by sygnały różnicowe upchnąć w dotychczasowym pasmie o szerokości 6,5MHz.

Ponieważ wymyślanie to trwało w wielu krajach, więc i sposobów znaleziono kilka. Pierwszy na mecie (z tych sposobów na telewizję kolorową) był amerykański system NTSC. To jego skrót, a złośliwcy

tłumaczą go Never This Same Color, co po naszymu znaczy – Nigdy Ten Sam Color. Na początku rzeczywiście kolory w odbiornikach systemu NTSC rozjeżdżały się z czasem i trzeba je było korygować. System NTSC upowszechniono w 1954 roku w Stanach Zjednoczonych, a potem w Kanadzie i Japonii. Jego podstawową wadą jest, jak już malowniczo wyjaśniłem, brak odporności na zniekształcenia fazowe. Objawia się to fałszowaniem kolorów w odbiorniku.

Drugi sposób, opracowany we Francji w 1956 roku, to system SECAM, który obowiązywał przez lata i u nas w Polsce. Charakteryzuje się tym, że przesyła się jednocześnie sygnał luminancji i jeden z sygnałów różnicowych. Drugi sygnał różnicowy jest nadawany z sygnałem luminancji w następnej linii. I tak „dookoła Wojtek”. Jednak choć są nadawane na przemian, oba sygnały różnicowe pojawiają się jednocześnie, gdyż jeden z nich dostępny jest na bieżąco, a drugi, pochodzący z poprzedniej linii, uzyskiwany jest dzięki zastosowaniu w odbiorniku swego rodzaju pamięci (linii) opóźniającej sygnał o 64μs. To już inna kwestia, którą na razie pominiemy.

Najmłodszym, bo pochodzącym z roku 1962, jest system PAL, na który przecho-

dzi obecnie Telewizja Polska. Ten ostatni system jest modyfikacją amerykańskiego NTSC, eliminującą podstawowe wady tego systemu.

Mam nadzieję, że starczy ci tych wiadomości do następnego odcinka, na który zapraszam za miesiąc.

A teraz podsumujemy: Ruchomy obraz na ekranie telewizora powstaje w zadziwiający sposób.

Po pierwsze ruch nie jest ciągły, tylko uzyskuje się go przez wyświetlenie w ciągu sekundy 50 minimalnie różniących się obrazów (ściślej półobrazów).

Każdy półobraz nie jest „gładki”, lecz składa się z około 300 linii, z których każda zbudowana jest z kolei z kilkuset punktów. Punkty te nie są wyświetlane jednocześnie, lecz kolejno.

Każdy półobraz liczy około 200000 punktów. Ponieważ półobrazy nie są identyczne i są odrobinkę przesunięte w pionie, na pełny obraz składa się z grubsza licząc, około 400000 punktów.

Może do tej pory ci się wydawało, że spiker w telewizji patrzy na ciebie i cię widzi. Teraz już wiesz, że nie tylko nie patrzy i nie widzi, ale nie jest to żaden spiker, tylko świecące kolejno punktiki ekranu.

Arkadiusz Bartold

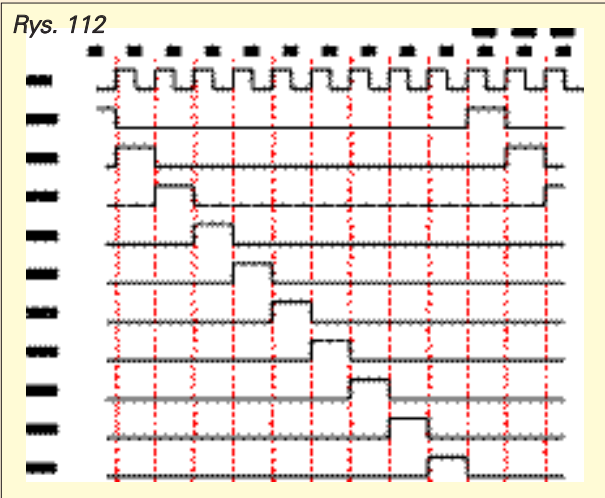
Pierwsze kroki w cyfrówce (c.d. ze str. 36)

Rysunek 109a przekonuje, że na wyjściu dekodera współpracującego z licznikiem asynchronicznym na krótko (na jakieś dziesiątki czy setki nanosekund), ale jednak, pojawiają się błędne kody. Natomiast zarówno w liczniku synchronicznym, jaki w dziwnym [liczniku Johnsona z dekodere błędnych kodów nie ma!](#) Powód jest dość prosty: przemysł to sam, albo poszukaj w książkach. A przy okazji jeszcze jedno ćwiczenie. Patrząc na rysunki 110 i 111 spróbuj zaprojektować jak najprostszego dekodera 1 z 10, który będzie miał 10 wyjść i przetworzy pięć sygnałów Q0...Q4 licznika, by przy zliczaniu kolejnych impulsów stan wysoki występował tylko na jednym, kolejnym wyjściu. Uzyskaj na wyjściach dekodera przebiegi jak na **rysunku 112**. Do dyspozycji masz 10 dwuwęściowych bramek AND i 10 negatorów. Powodzenia!

Przy okazji jeszcze raz przypominam ci, że w ogromnej większości przypadków, wspomniane króciutkie fałszywe stany na wyjściach licznika asynchronicznego i współpracującego z nim dekodera nie zaszkodzą, jednak powinienes wiedzieć o tym zjawisku. Gdyby spowodowało ono błędne działanie dalszych części układu, niczego nie będziesz w stanie wykryć, obserwując przebiegi wyjściowe

prostym oscyloskopem. Tu znów potrzebna jest wiedza, bo zapewne długo nie będzie cię stać na oscyloskop pozwalający zaobserwować nanosekundowe szpilki i nanosekundowe opóźnienia. Gdy będziesz rozumiał przedstawione zagadnienie, będziesz miał oscyloskop w głowie i w oku. Już patrząc na schemat przeanalizujesz opóźnienia i wykryjesz ewentualne szkodliwe szpilki. Jest to bardzo ważna cecha dobrego konstruktora układów cyfrowych. Właśnie dlatego podaję ci zadania do samodzielnego przemyślenia.

Powrócimy też na chwilę do kwestii numeracji wyjść. Na rysunku 110 wyjścia poszczególnych stopni oznaczyłem Q0...Q5. Oczywiście licznik nie zlicza w kodzie dwójkowym, więc tym razem nie możemy powiedzieć, że dane wyjście „ma jakąś wagę”. Wyjścia są jakby równorzędne, nie ma najstarszego i najmłodszego, licznik ma po prostu 10 różnych kombinacji na swych wyjściach. Mało te-



go! We wkładce w EdW 11/97 symbolami Q0...Q9 oznaczono nie wyjścia wewnętrzne licznika Johnsona, tylko wyjścia dekodera 1 z 10.

Jak widzisz, nie ma jednego ustalonego i precyzyjnego sposobu oznaczania wyjść. W różnych katalogach i podręcznikach stosuje się jeszcze inne oznaczenia. Nie ma ratunku – musisz rozumieć działanie liczników, rejestrów i innych wynalazków, by nie dać się „wpuścić w kanał” takim i podobnym oznaczeniom.

Piotr Górecki