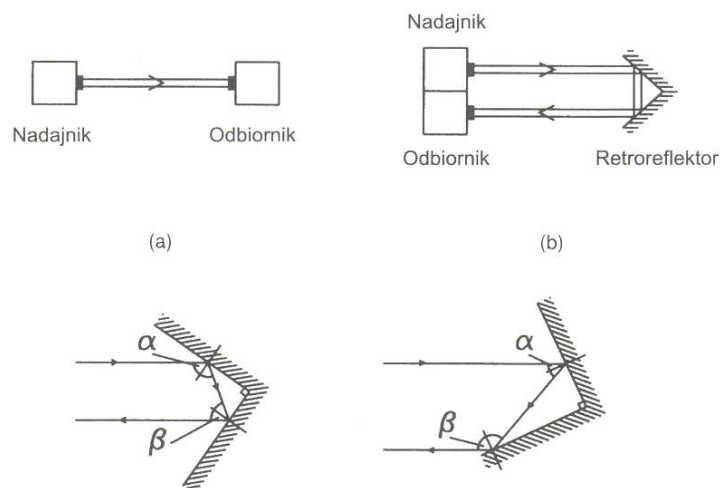


WYKŁAD 14 - ZASTOSOWANIA OPTOELEKTRONIKI – SMK

1. Bariera optoelektroniczna



Bariery optoelektroniczne

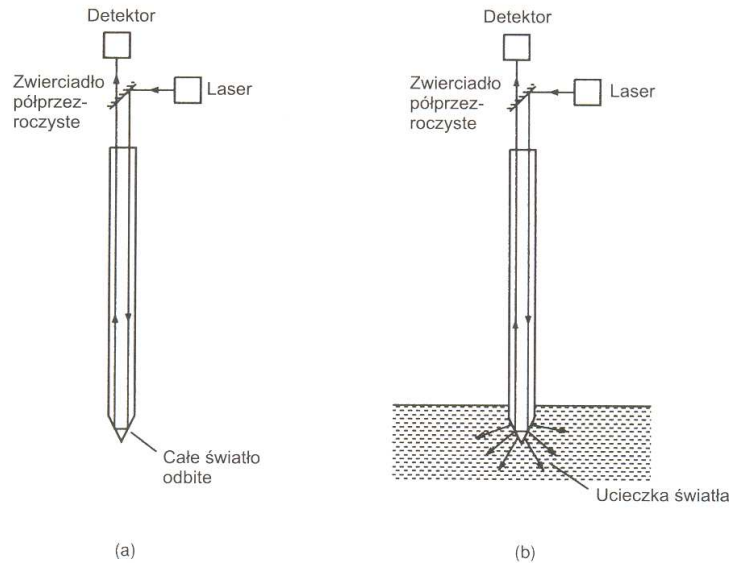
Retroreflektory – kombinacja zwierciadeł (narożnik sześciangu); przesyłają światło z powrotem do miejsca skąd wyszło (niezależnie od kąta padania)

2. Czujniki światłowodowe

Światło odporne na zakłócenia elektromagnetyczne; czujniki stosuje się w pobliżu urządzeń przełączających duże prądy i na platformach wiertniczych. Zalety – zwartość budowy, trwałość, łatwość łączenia z innymi urządzeniami obróbki danych.

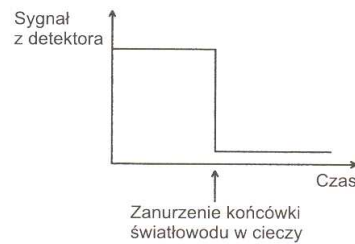
a). Światłowodowy czujnik poziomu cieczy

Światło (laser) po odchyleniu przechodzi przez światłowód i jeśli końcówka znajduje się w powietrzu, całe światło ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu i wraca do detektora. Gdy pojawi się woda, zmienia się kąt graniczny całkowitego wewnętrznego odbicia i do detektora wraca tylko część światła.



(a)

(b)



(c)

Światłowodowy czujnik poziomu cieczy

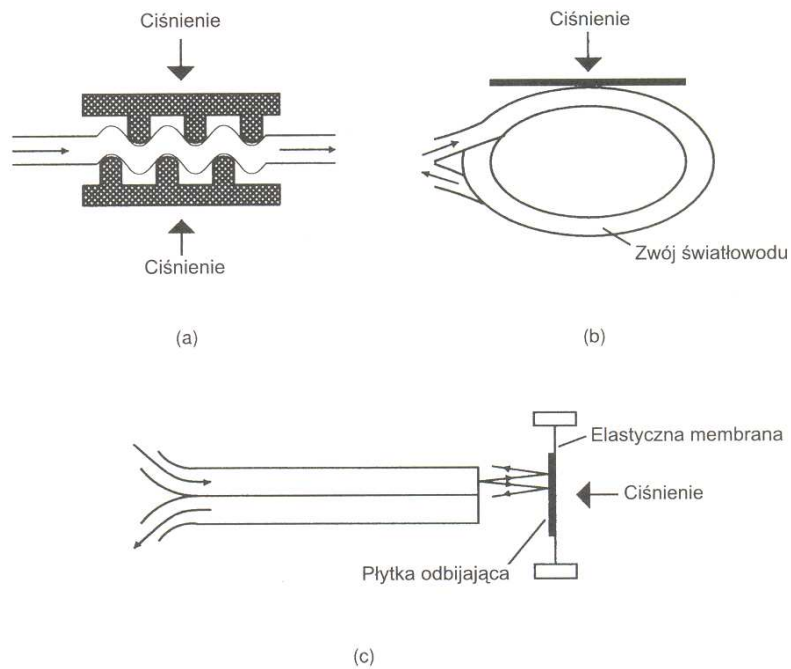
b). Światłowodowy czujnik ciśnienia

- wewnętrzny, zgięcia światłowodu wprowadzają straty; im światłowód bardziej zgięty, tym większa strata światła,
- zewnętrzny, mierzy ciśnienie przez wyznaczenie odległości płytki odbijającej na końcu światłowodu; gdy płytka porusza się w przód i w tył zmienia się ilość światła powracającego do światłowodu

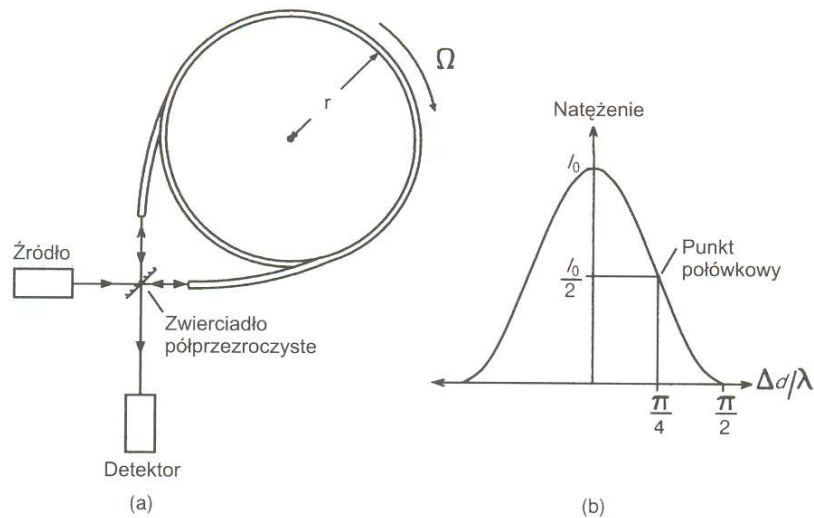
c). Żyroskop światłowodowy – interferometr Sagnaca

Zjawisko Sagnaca. Wiązka światła jest rozdzielana i dwie jej połówki są przesyłane wokół zwoju światłowodu, który wiruje. Jeśli różnica dróg optycznych wiązek poruszających się w przeciwnych kierunkach jest dokładnie równa połowie długości fali, to następuje wygaszenie.

Aby interferometr był czuły na niskie prędkości obrotowe, światłowód owija się wokół bębna z materiału piezoelektrycznego, który rozszerza się i zwęża, gdy doprowadzi się do niego napięcie zmienne.



Światłowodowe czujniki ciśnienia



Budowa interferometru Sagnaca

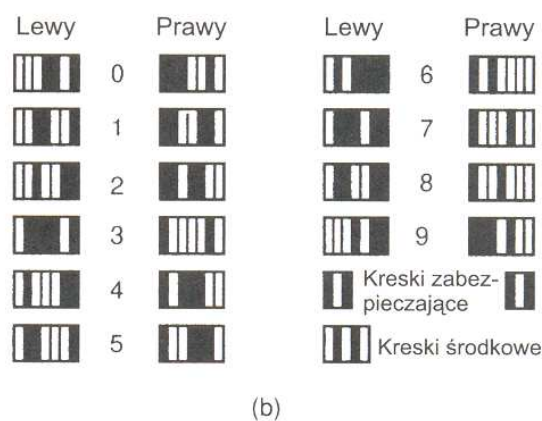
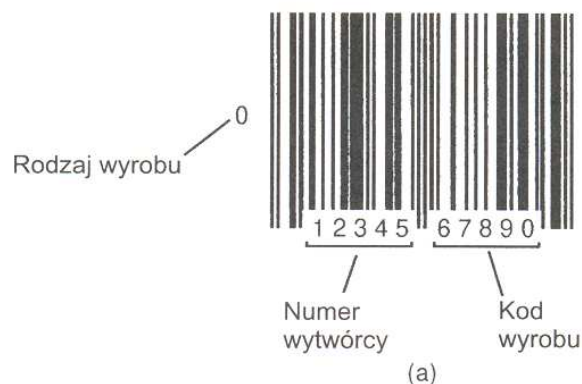
Można też zastosować więcej niż jedną pętlę światłowodu (zwiększenie powierzchni efektywnej. Takie żyroskopy mogą mierzyć prędkości obrotowe 0.0001 stopnia/godzinę.

3. Czytnik kodu kreskowego

Kod kreskowy umożliwia automatyczny odczyt.

a). Kod kreskowy

Szereg czarnych i białych pasków wyrażających ciąg liczb (UPC, EAN).

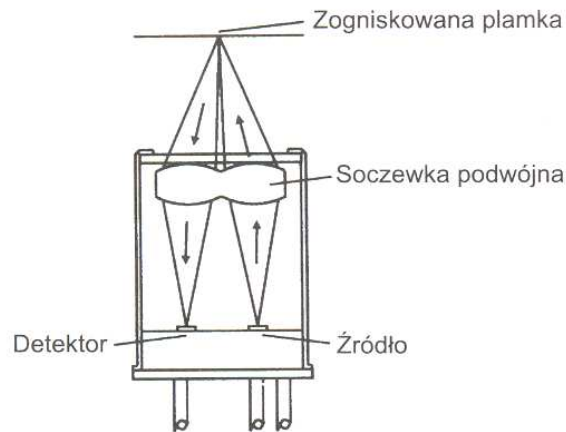


Kod kreskowy UPC

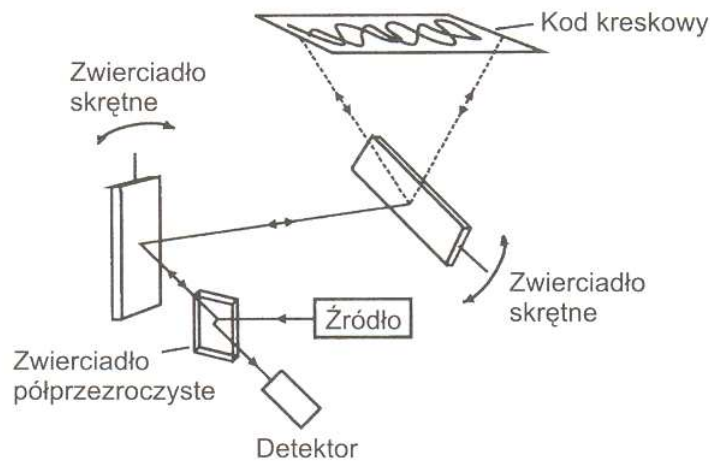
Podzielony jest na dwie sekcje za pomocą trzech par kreski zabezpieczających. W każdej sekcji koduje się do 6 cyfr (zestaw kodów siedmiobitowych).

b). Czytnik

Jest piórem świetlnym przesuwającym po kodzie kreskowym. Zawiera źródło światła, optyczny układ ogniskujący oraz związany z nim detektor.



Czytnik z piórem świetlnym typu HEDS1000



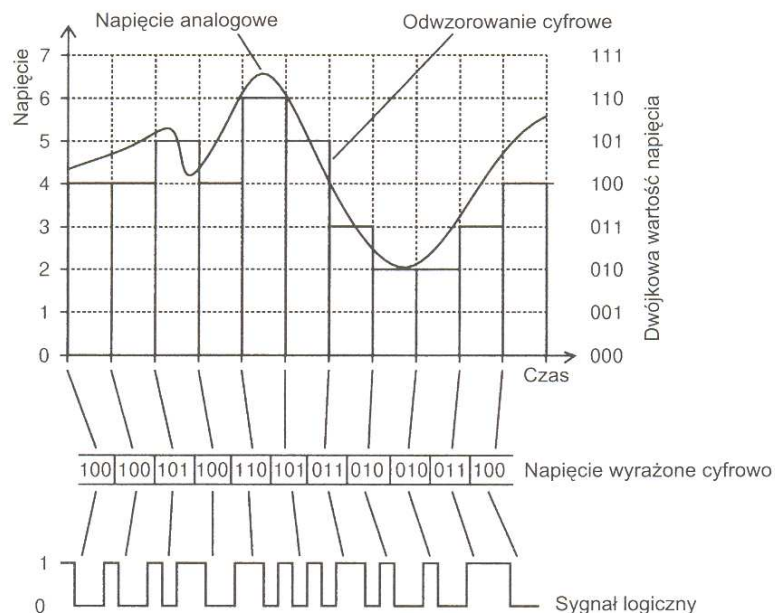
Skanujący czytnik kodu kreskowego

W bardziej zaawansowanych czytnikach ręcznych stosuje się liniowe matryce CCD z soczewkami cylindrycznymi zamiast konwencjonalnego zestawu fotodiody-soczewka (odczytują kod za jednym przesunięciem).

4. Odtwarzacz płyt kompaktowych

a) zapis cyfrowy

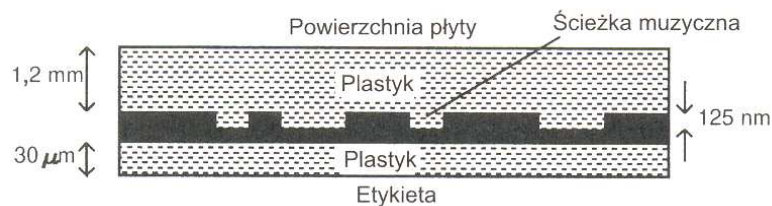
Przetwarzanie analogowo-cyfrowe – proces, w którym sygnał analogowy (o wartości zmieniającej się w sposób ciągły) jest zamieniany na sygnał cyfrowy (0, 1).



Modulacja impulsowo-kodowa sygnału analogowego, kwantyfikacja 3-bitowa

W systemach rzeczywistych stosuje się kwantyfikację 8-bitową (sygnał foniczny przypisany jest jednemu z 256 poziomów). Zapis 8-bitowy zamienia się na słowo 14-bitowe. Dodaje się dodatkowe bity do synchronizacji i kontroli błędów. Częstotliwość próbkowania sygnału analogowego wynika z kryterium Nyquista. Widmo sygnału akustycznego obejmuje częstotliwości do ok. 18 kHz, a więc należy próbować z częstotliwością co najmniej 36 kHz, w praktyce 44.1 kHz (zapas na spadki wzmacnienia). W przypadku dźwięku stereofonicznego częstotliwość próbkowania – 88.2 kHz; szybkość transmisji bitów 1.41 Mbit/s.

b). Płyta kompaktowa

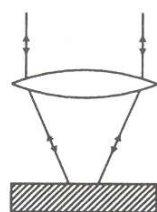
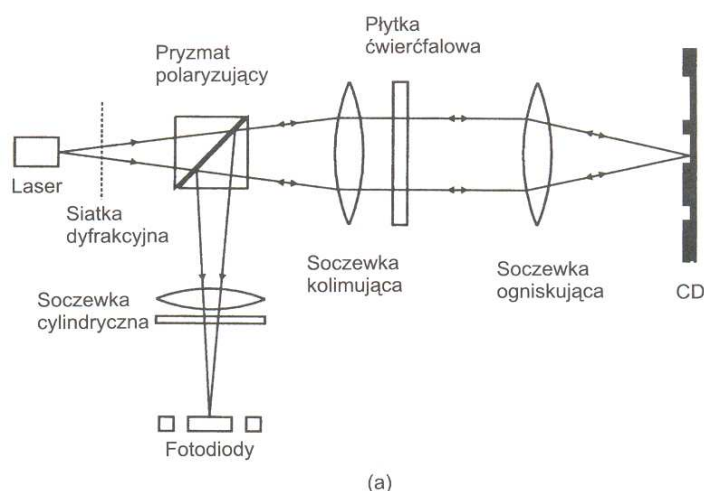


Część odbijająca wykonana z aluminium, umieszczona pomiędzy plastikowymi warstwami zabezpieczającymi. Tworzona jest na

podstawie nagrania na płycie wzorcowej (master disc) wykonanej ze szkła pokrytego materiałem światłoczułym. Wytłacza się plastikowy odcisk płyty wzorcowej i pokrywa cienką warstwą aluminium. Z drugiej strony płyty nakłada się warstwę plastiku lub lakieru. Informacje na płycie zapisane są spiralnie począwszy od środka ($r_{wew}=25\text{mm}$, $r_{zew}=58\text{mm}$) na ścieżkach o szerokości $16\ \mu\text{m}$.

W ten sposób długość nagrania osiąga $5.38\ \text{km}$. Prędkość obrotowa płyty wynosi zwykle $275\ \text{obrotów/min}$.

c). Układ optyczny odtwarzacza CD



(b)



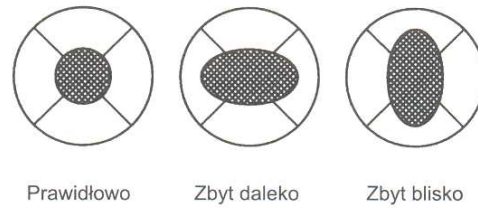
(c)

Układ optyczny odtwarzacza płyt kompaktowych

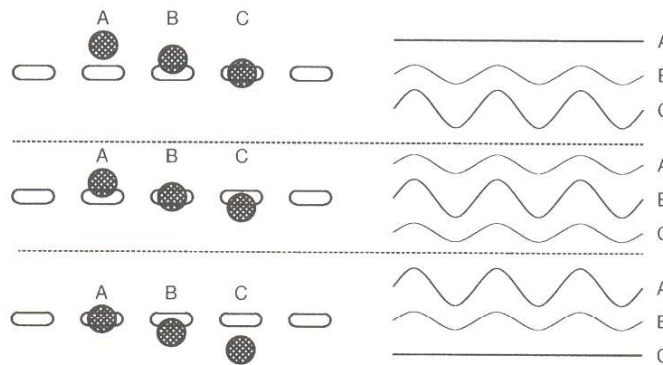
Istota – bezkontaktowy odczyt za pomocą lasera. Działa na zasadzie interferencji światła (laser). Płyta odczytywana laserem o mniejszej długości fali może pomieścić więcej informacji cyfrowych (GaAlAs – $780\ \text{nm}$).

d). Układ elektroniczny odtwarzacza CD

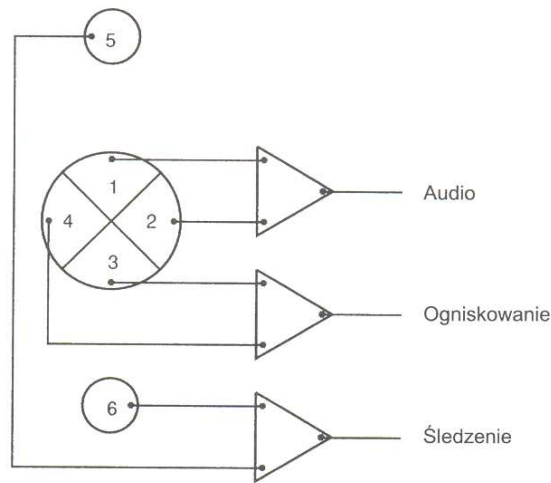
Wiązka światła rzędu zerowego pada na fotodiode kwadrantową – kontrola położenia wiązki (odległość od ścieżki). Ugięte wiązki pierwszego rzędu ogniskowane są na dwóch oddzielnych fotodiodach umieszczonych po obu stronach diody kwadrantowej – utrzymywanie plamki na ścieżce.



(a)

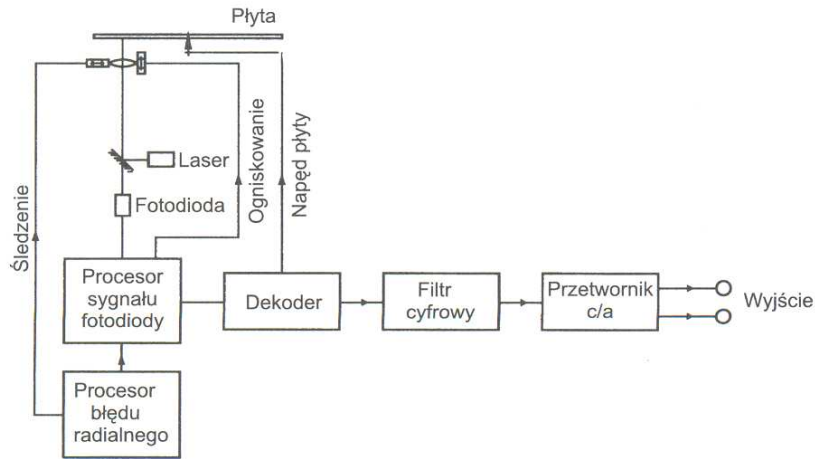


(b)



(c)

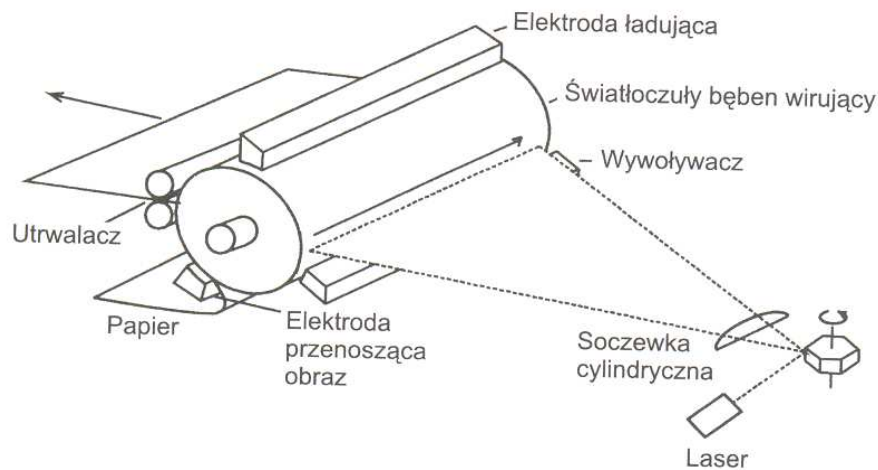
Odzyskane dane muszą być przetworzone do postaci odpowiedniej doysterowania słuchawek lub zestawu głośników.



Uproszczony schemat blokowy odtwarzacza płyt CD

Zalety: urządzenie przenośne, duża pojemność danych

5. Drukarki laserowe

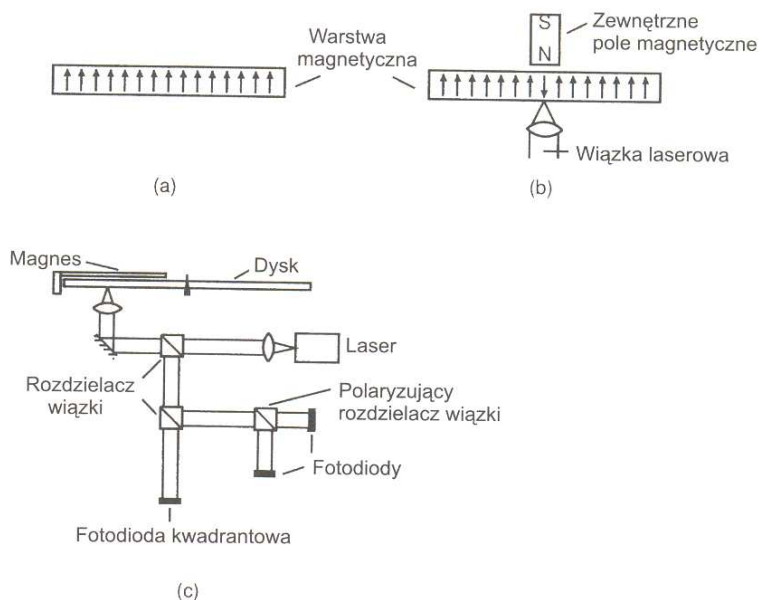


Działanie drukarki laserowej

Serce – światłoczuły bęben wirujący ze stałą prędkością. Treść wydruku rejestrowana jest na tym bębnie jako obraz utajony. Gdy obraz utajony przesuwa się przed kasetą z tonerem, obszary rozładowane wychwytyują naładowany toner tworząc obraz do wydruku. W kolejności bęben z treścią wydruku przesuwa się nad elektrodą przenoszącą obraz. Między tą elektrodą i bębniem przesuwa się papier. Pole wytwarzane przez elektrodę „ściąga” toner z bębna na

papier. Następnie wydruk na papierze utrwalany jest termicznie pod ciśnieniem.

6. Dysk magnetoptyczny



Dysk magnetoptyczny – zapis informacji na dysku

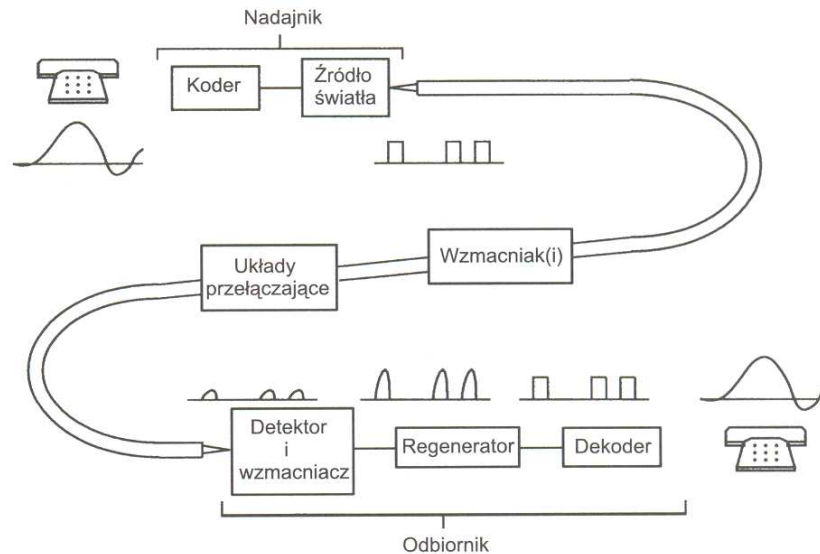
Zaletą – możliwość wielokrotnego (ponad milion razy) kasowania i ponownego zapisu. Wykorzystuje się zjawisko Faraday'a lub magnetoptyczne zjawisko Kerra.

7. Światłowodowy system łączności

Łączność światłowodowa – lata siedemdziesiąte (włókna światłowodowe o małych stratach oraz dioda laserowa – 1962).

Zalety w stosunku do łączności przewodowej – mała tłumienność oraz szerokie pasmo częstotliwości (odległości między wzmacniaczami większe, więcej kanałów i większa szybkość transmisji). Światło o długości fali $1 \mu\text{m}$ – $3 \cdot 10^5$ GHz, przy 1% sprawności uzyskuje się pasmo telekomunikacyjne o szerokości $3 \cdot 10^6$ MHz. Jednym światłowodem można przesłać milion rozmów telefonicznych lub setki kanałów telewizyjnych bez przesłuchów.

Światłowody są lżejsze od kabli miedzianych (30 razy) i mniejsze (ciasne kanały w budynkach miejskich).



Schemat typowego łącza światłowodowego

Wady – koszty

a) nadajnik

Przetwarza wejściowy sygnał elektryczny w sygnał sterujący diodami LED lub laserową, które przetwarzają go w sygnał optyczny. Jest to urządzenie hybrydowe składające się z elementów dyskretnych: rezystorów, kondensatorów i diód LED, jak i układów scalonych. Aby uniknąć przesyłania każdego sygnału oddzielnym światłowodem stosuje się multipleksowanie.

- z podziałem czasowym – do części sygnału pierwszego dołącza się część sygnału drugiego, trzeciego itd., następnie powraca się do sygnału pierwszego itd. Jest ono odpowiednie dla przełączania sygnałów cyfrowych
- z podziałem częstotliwości – zmiany wartości sygnału przetwarzane są na zmiany częstotliwości następujące wokół środkowej częstotliwości nośnej, charakterystycznej dla każdego sygnału. Jest ono odpowiednie dla przełączania sygnałów analogowych

- z podziałem długości fali – realizowane tylko w systemach optycznych. Każdemu sygnałowi przyporządkowana jest własna długość fali

b). Włókno światłowodowe

Działanie włókna zależy od profilu jego współczynnika załamania, średnicy i apertury numerycznej, od długości fali i od szerokości linii widma promieniowania źródła światła.

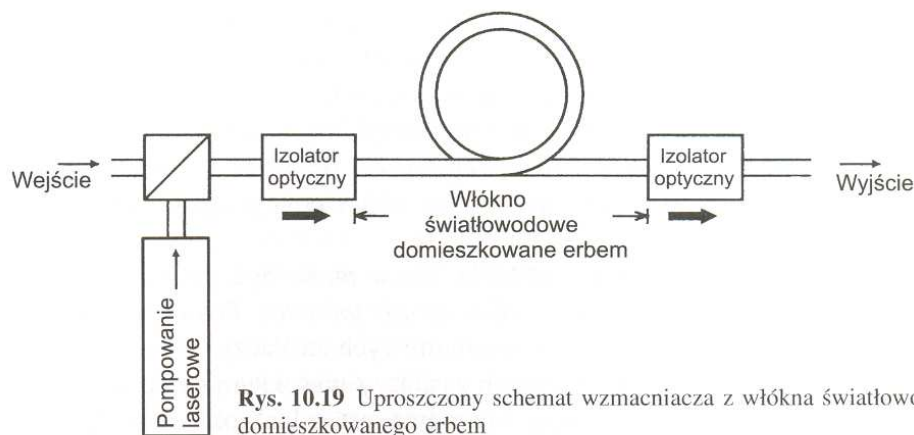
- Włókno światłowodowe najwyższej jakości – jednomodowe włókno z przesuniętą dyspersją stosowane ze źródłem laserowym o $\lambda=1.55 \mu\text{m}$.

- Najłabszej jakości łącza wykonywane są z włókien wielomodowych o skokowej zmianie współczynnika załamania pracujących z diodami LED 820 nm.

- Światłowody o gradientowej zmianie współczynnika załamania pracujące z diodami LED 1300 nm mają parametry pośrednie między dwoma omawianymi wyżej.

c). Wzmacniacz

Przeciwdziała tłumieniu światła powstającemu przy przesyłaniu światła łączem światłowodowym. Jest to urządzenie elektroniczne, które sygnał świetlny przetwarza na elektroniczny, wzmacnia, odtwarza sekwencję czasową i kształt sygnału), a następnie przetwarza sygnał ponownie na optyczny i przesyła go dalej.



Rys. 10.19 Uproszczony schemat wzmacniacza z włókna światłowodowego domieszkowanego erbem

Wzmacniacz z włókna domieszkowanego erbem

d). Odbiornik

Przetwarza wejściowy sygnał świetlny na wyjściowy sygnał elektryczny. Są to układy hybrydowe złożone z elementów dyskretnych i układów scalonych. Składają się z fotodiody, rezystora polaryzującego oraz przedwzmacniacza o małych szumach. Mogą zawierać dodatkowy wzmacniacz i korektory.

Powinien charakteryzować się określoną czułością, szerokim pasmem i małym szumem.

c). Rozwój łączy światłowodowych

- Łącze TAT8 (1988 r.) między Europą i Ameryką Płn. – jednomodowe pracujące z $l=1.3$ mm mogące przekazywać 40 000 rozmów telefonicznych jednocześnie z szybkością transmisji 140 Mbit/s.
- Łącze TAT 12/13 (1995 r.) między USA oraz Francją i Wielką Brytanią ma kształt pierścienia o długości 14 000 km ze wzmacniaczami umieszczonymi co 45 km. Zbudowane z dwóch par jednomodowych włókien światłowodowych z przesunięciem dyspersji pracujących z $\lambda=1.55$ μm . Można nim przesyłać jednocześnie 300 000 rozmów telefonicznych z szybkością transmisji 5 Gbit/s.

Literatura: K. Booth, S. Hill, „Optoelektronika”, WKŁ Warszawa 2001