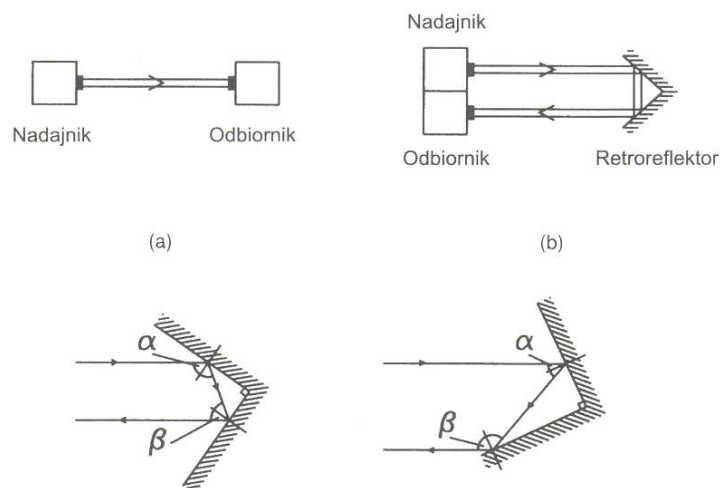


# WYKŁAD 23 - ZASTOSOWANIA OPTOELEKTRONIKI – SMK

## 1. Bariera optoelektroniczna



### Bariery optoelektroniczne

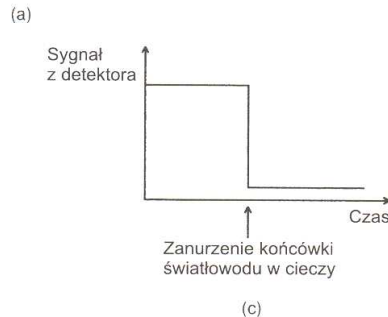
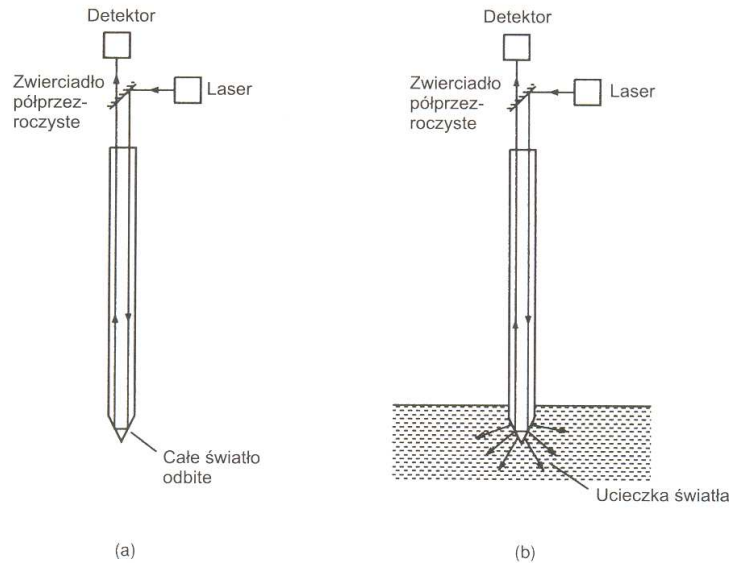
Retroreflektory – kombinacja zwierciadeł (narożnik sześciangu); przesyłają światło z powrotem do miejsca skąd wyszło (niezależnie od kąta padania)

## 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.



### Światłowodowy czujnik poziomu cieczy

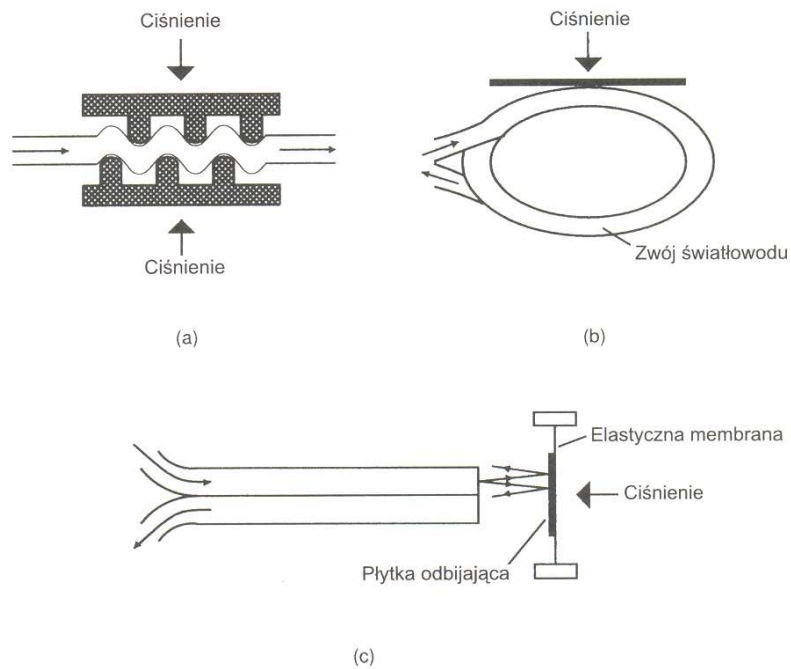
#### b). Światłowodowy czujnik ciśnienia

- 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

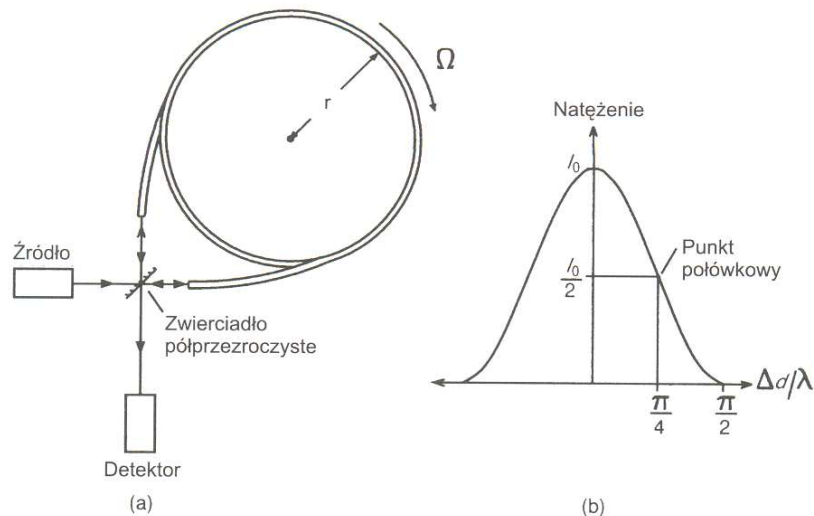
#### c). Żyroskop światłowodowy – interferometr Sagnaca

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

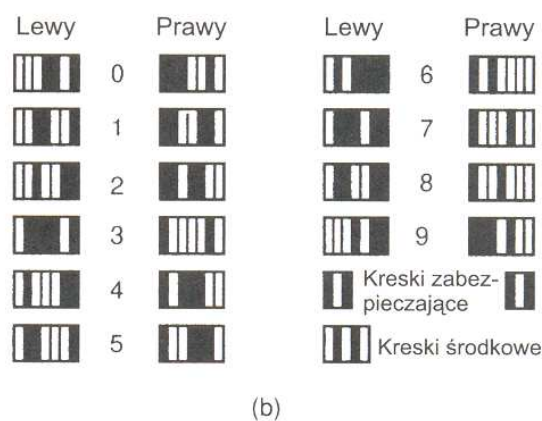
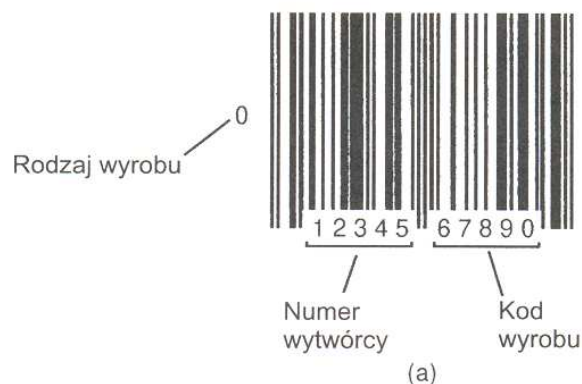
Można też zastosować więcej niż jedną pętlę światłowodu (zwiększenie powierzchni efektywnej). Takie żyroskopy mogą mierzyć prędkości obrotowe 0.0001 stopnia/godzinę.

### 3. Czytnik kodu kreskowego

Kod kreskowy umożliwia automatyczny odczyt.

#### a). Kod kreskowy

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

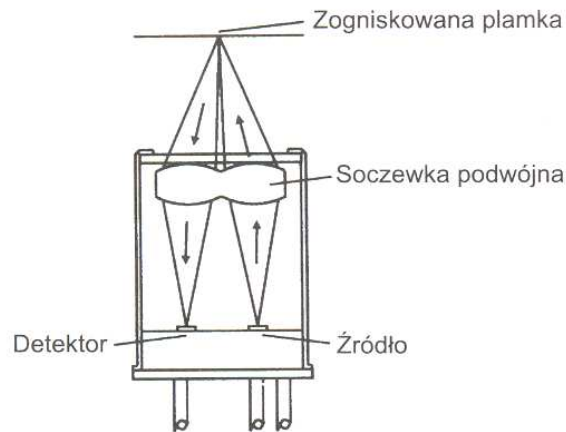


### Kod kreskowy UPC

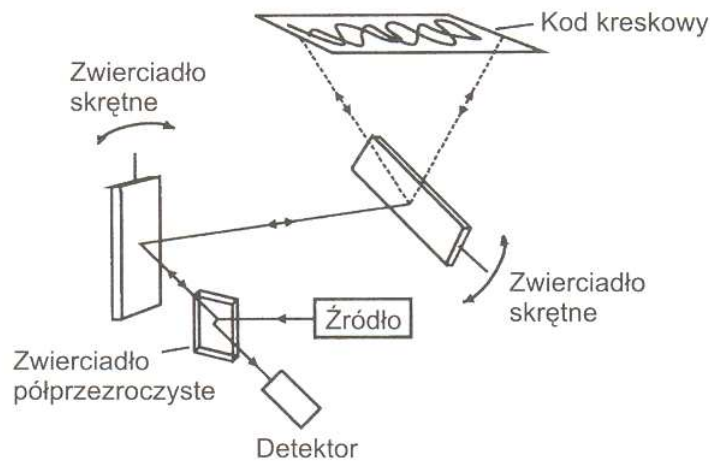
Podzielony jest na dwie sekcje za pomocą trzech par kresek zabezpieczających. W każdej sekcji koduje się do 6 cyfr (zestaw kodów siedmiobitowych).

#### b). Czytnik

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



Czytnik z piórem świetlnym typu HEDS1000



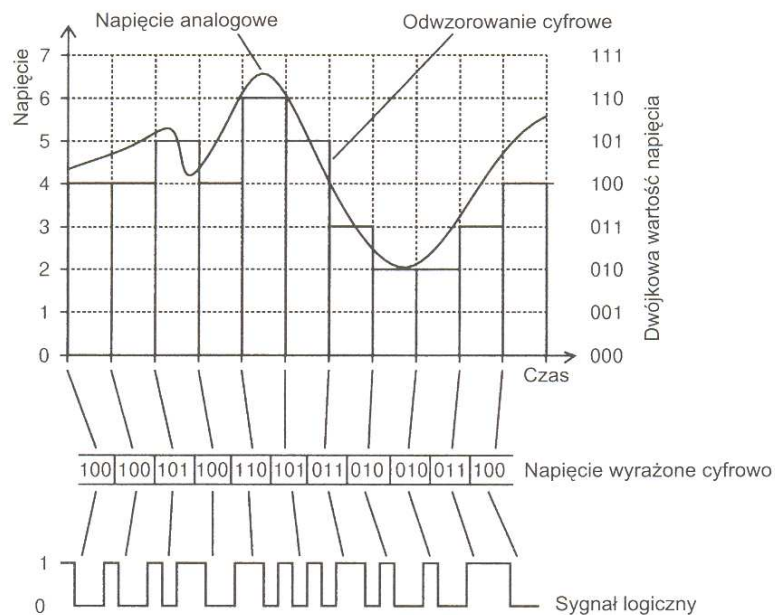
Skanujący czytnik kodu kreskowego

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

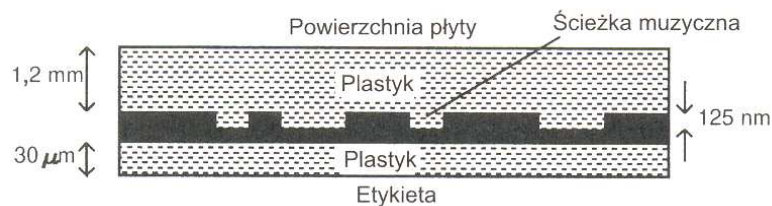
Przetwarzanie analogowo-cyfrowe – proces, w którym sygnał analogowy (o wartości zmieniającej się w sposób ciągły) jest zamieniany na sygnał cyfrowy (0, 1).



### 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

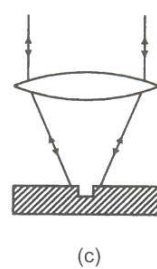
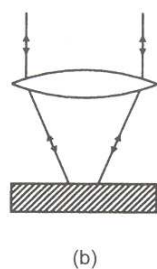
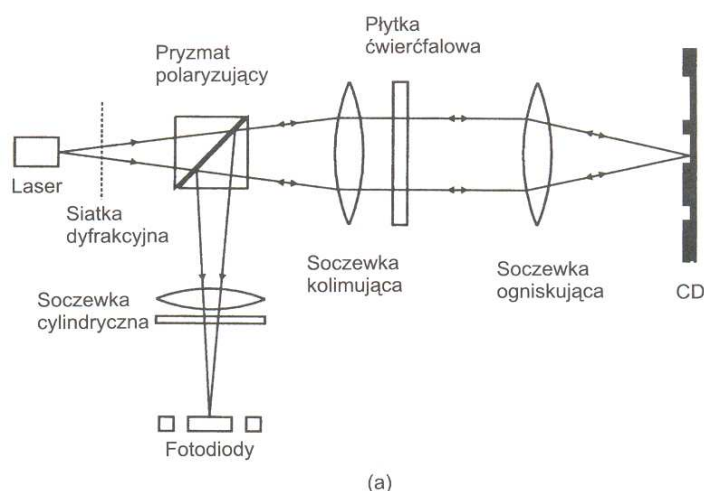


Część odbijająca wykonana z aluminium, umieszczona pomiędzy plastikowymi warstwami zabezpieczającymi. Tworzona jest na

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

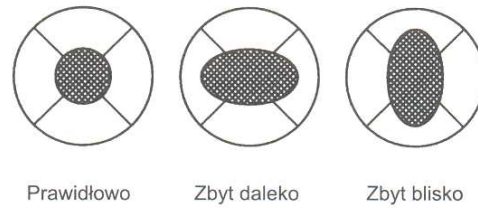


### Układ optyczny odtwarzacza płyt kompaktowych

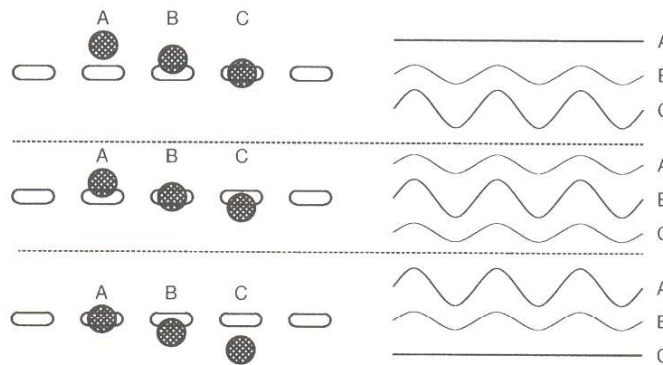
Istota – bezkontaktowy odczyt za pomocą lasera. Działa na zasadzie interferencji światła (laser). Płyta odczytywana laserem o mniejszej długości fali może pomieścić więcej informacji cyfrowych (GaAlAs –  $780\ \text{nm}$ ).

### d). Układ elektroniczny odtwarzacza CD

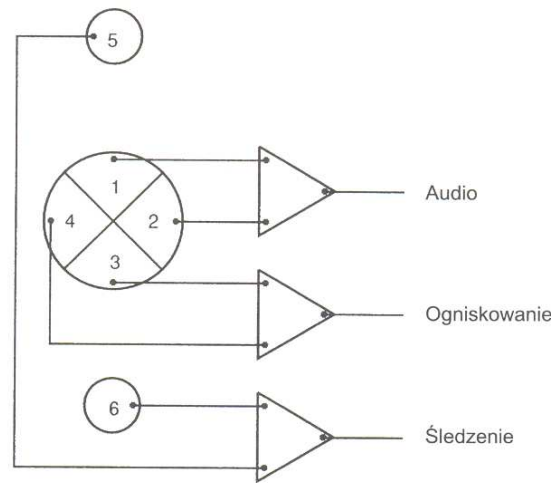
Wiązka światła rzędu zerowego pada na fotodiode kwadrantową – kontrola położenia wiązki (odległość od ścieżki). Ugięte wiązki pierwszego rzędu ogniskowane są na dwóch oddzielnych fotodiadach umieszczonych po obu stronach diody kwadrantowej – utrzymywanie plamki na ścieżce.



(a)



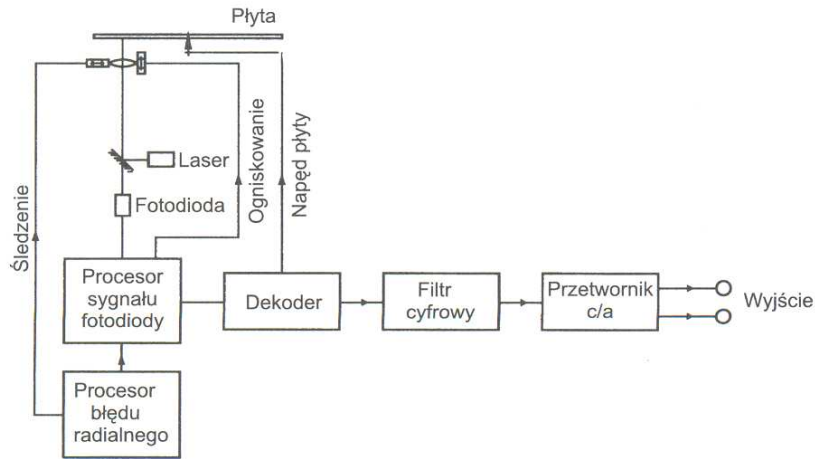
(b)



(c)

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

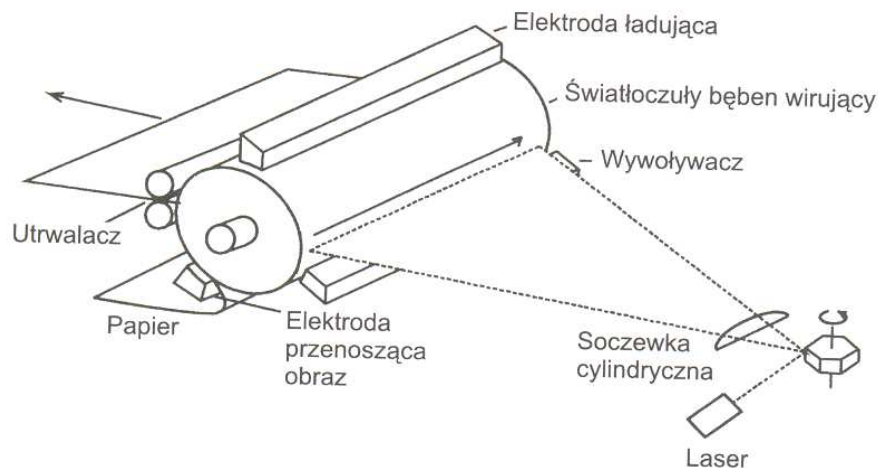




Uproszczony schemat blokowy odtwarzacza płyt CD

Zalety: urządzenie przenośne, duża pojemność danych

## 5. Drukarki laserowe

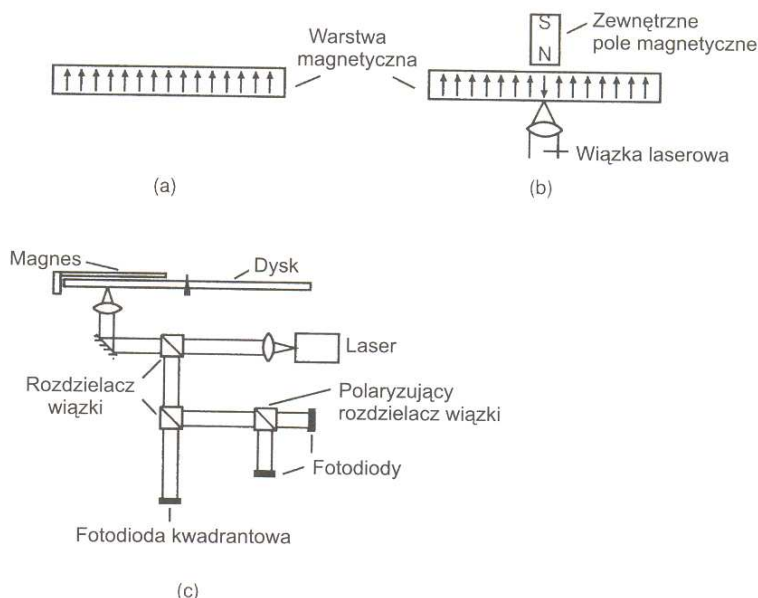


Działanie drukarki laserowej

Serce – światłoczuły bęben wirujący ze stałą prędkością. Treść wydruku rejestrowana jest na tym bębnie jako obraz utajony. Gdy obraz utajony przesuwają się przed kasetą z tonerem, obszary rozładowane wychwytyją naładowany toner tworząc obraz do wydruku. W kolejności bęben z treścią wydruku przesuwają się nad elektrodą przenoszącą obraz. Między tą elektrodą i bębniem przesuwają 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

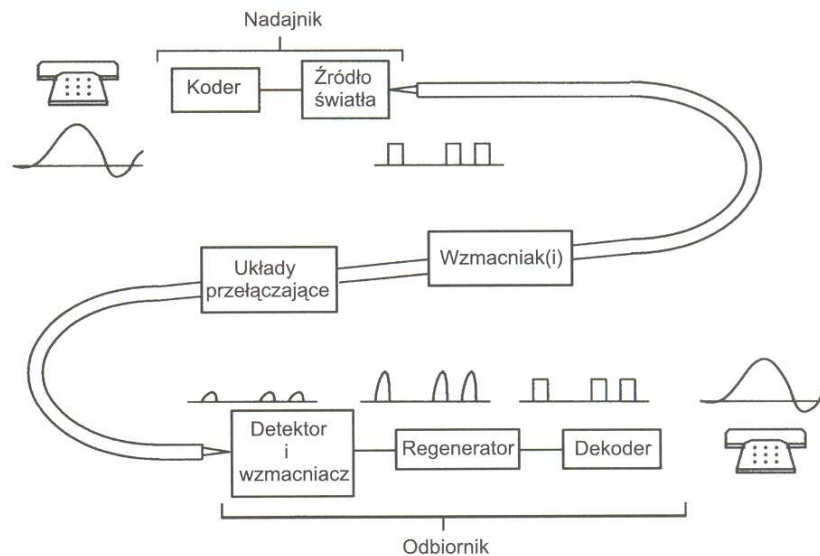
Zaletą – możliwość wielokrotnego (ponad milion razy) kasowania i ponownego zapisu. Wykorzystuje się zjawisko Faraday'a lub magnetoptyczne zjawisko Kerra.

## 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 d 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.

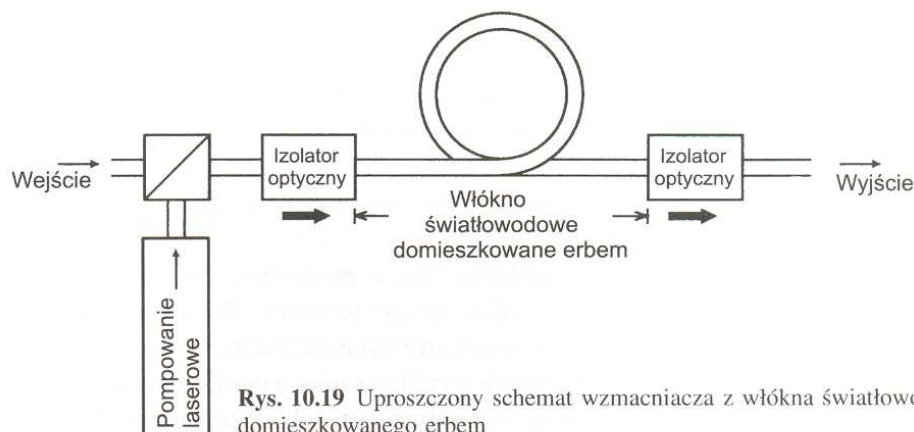
- Włókno światłowodowe najwyższej jakości – jednomodowe włókno z przesuniętą dyspersją stosowane ze źródłem laserowym o  $\lambda=1.55 \mu\text{m}$ .

- Najsłabszej 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 przetwarzają na elektroniczny, wzmacniają, odtwarzają sekwencję czasową i kształt sygnału), a następnie przetwarzają sygnał ponownie na optyczny i przesyłają 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  $\lambda=1.55$   $\mu\text{m}$ . Można nim przesyłać jednocześnie 300 000 rozmów telefonicznych z szybkością transmisji 5 Gbit/s.

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