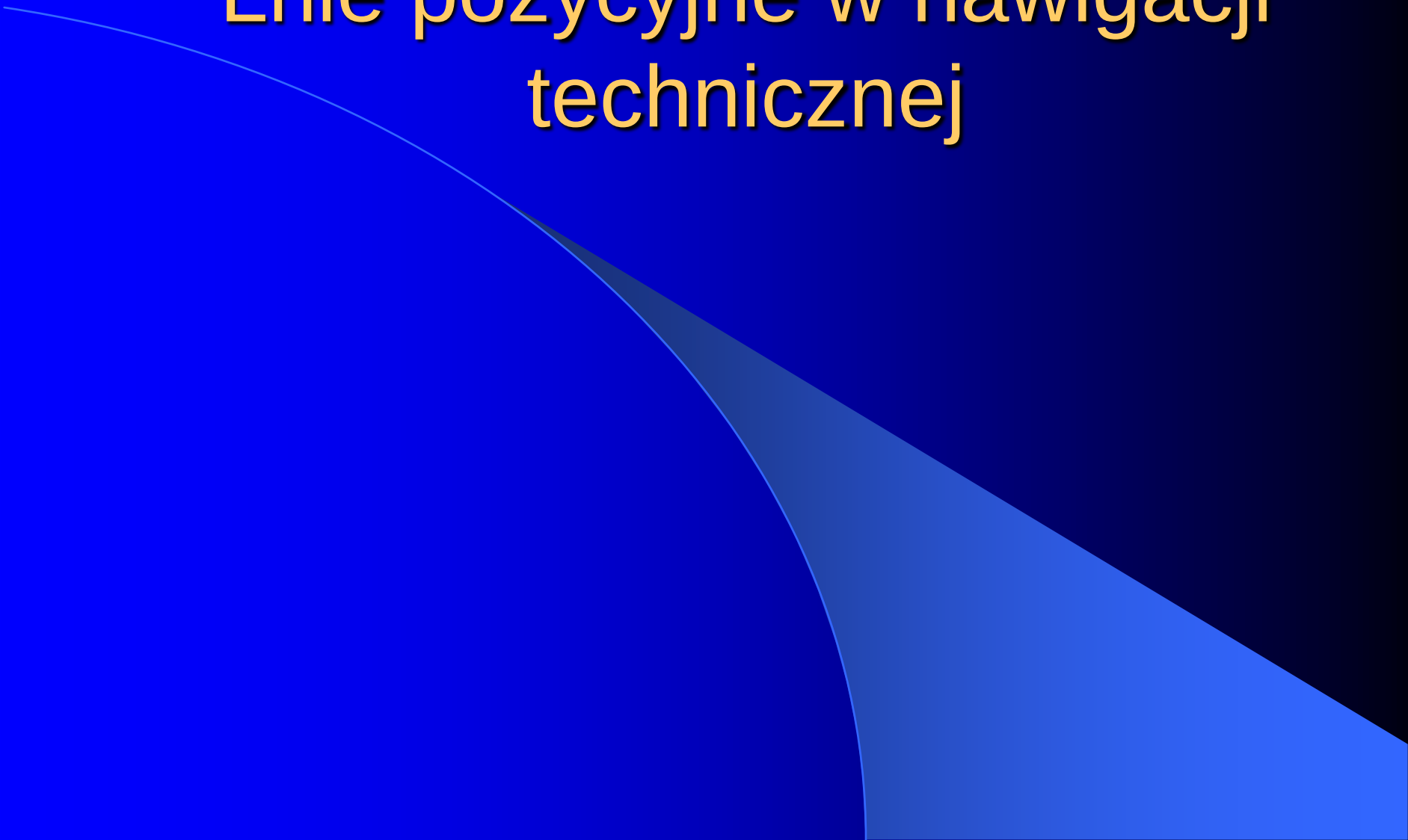


Linie pozycyjne w nawigacji technicznej

A decorative graphic element consisting of a large, curved, light blue shape that originates from the left side of the slide and extends towards the bottom right corner, creating a sense of movement or a stylized path.

Nawigacja

Nawigacja jest gałęzią nauki, zajmującą się prowadzeniem statku bezpieczną i optymalną drogą. Znajomość nawigacji umożliwia określanie pozycji własnej oraz pomaga osiągnąć punkt przeznaczenia.

Współcześnie zadaniem nawigacji jest określenie pozycji jednostki ruchomej - człowieka, pojazdu, statku czy samolotu.

Zadanie to można realizować poprzez obserwację minięcia charakterystycznego punktu orientacyjnego, zliczanie parametrów ruchu od punktu o znanej pozycji oraz przez wyznaczenie linii pozycyjnych.

Nawigacja

- Metoda wyznaczania pozycji
- Mapa
- Metoda wyznaczania kierunku i odległości do punktu przeznaczenia

Linia pozycyjna

Jest zbiorem punktów możliwej pozycji obiektu, określonym stałą wartością mierzonej wielkości fizycznej, która tę linię wyznacza w sposób jednoznaczny.

Kształt linii pozycyjnej zależy od mierzonej wielkości. Pomiar tej wielkości (parametru linii) z dowolnego jej punktu daje zawsze ten sam wynik.

Linie pozycyjne można określić na podstawie obserwacji wielkości naturalnych takich jakich magnetyzm ziemski, położenie ciał niebieskich, izobaty lub poprzez pomiar parametrów radionawigacyjnych, czyli wykorzystanie własności fal radiowych.

Ze względu na metodę wyznaczania pozycji systemy nawigacyjne można podzielić na:

1. Kątowe - pomiar dwóch kątów (radionamierzenie);
2. odległościowo-kątowe - pomiar kąta i odległości (współrzędnych biegunowych);
3. Odległościowe - pomiar dwóch odległości (stadiometryczne);
4. Hiperboliczne - pomiar różnicy odległości od statku do co najmniej dwóch par radiolatarni;
5. Zliczeniowe - zliczenie zmian współrzędnych obiektu, począwszy od punktu o znanych współrzędnych.

Radionawigacja

Radionawigacja polega na wykorzystaniu w nawigacji pokładowych urządzeń radiotechnicznych i radiolatarni zewnętrznych.

1904 – Niemcy, Christian Hulsmeier opracował metodę umożliwiającą wykorzystywanie odbić fal radiowych do wykrywania statku na morzu.

I wojna światowa - po raz pierwszy zastosowano antenę kierunkową którą można było wykonywać namiary na stacje nadawcze. Początki radionawigacji.

1921 – powstały pierwsze radiolatarne umożliwiające wykonywanie radionamiarów i wykreślanie linii pozycyjnych

1934 – USA, zbudowano nadajnik impulsowy, za pomocą którego można było określić położenie lecącego samolotu. Prototyp radaru i początek nawigacji radarowej.

1937 – Robert J. Dippy zaprojektował system GEE, pierwszy system hiperboliczny. (pierwowzór systemu DECCA). Zasada określania pozycji opierała się na pomiarze różnicy odległości od dwóch stacji nadawczych

1938 – System Consol zbudowany na potrzeby Kriegsmarine i Luftwaffe. Pierwotnie nosił nazwę Sonne

1940 – USA, uruchomiono system hiperboliczny LORAN pracujący na fali przyziemnej i jonosferycznej.

Po II wojnie światowej - powstał system OMEGA, pracujący na niskich częstotliwościach - ok. 10 kHz (jego sygnały mogły być odbierane także przez łodzie podwodne w zanurzeniu). Posiadał dwa tryby pracy: hiperboliczny (pomiar różnicy odległości pomiędzy dwoma stacjami) i odległościowy (pomiar odległości od stacji nadawczej).

Parametry i propagacja fali radiowej (elektromagnetycznej)

Podstawowe pojęcia i określenia

Definicja:

Rozprzestrzenianie się zaburzenia elektromagnetycznego w przestrzeni otaczającej jego źródło w postaci zmiennego pola elektrycznego i zmiennego pola magnetycznego.

Zmieniające się w czasie pole elektryczne indukuje zmienne pole magnetyczne i odwrotnie.

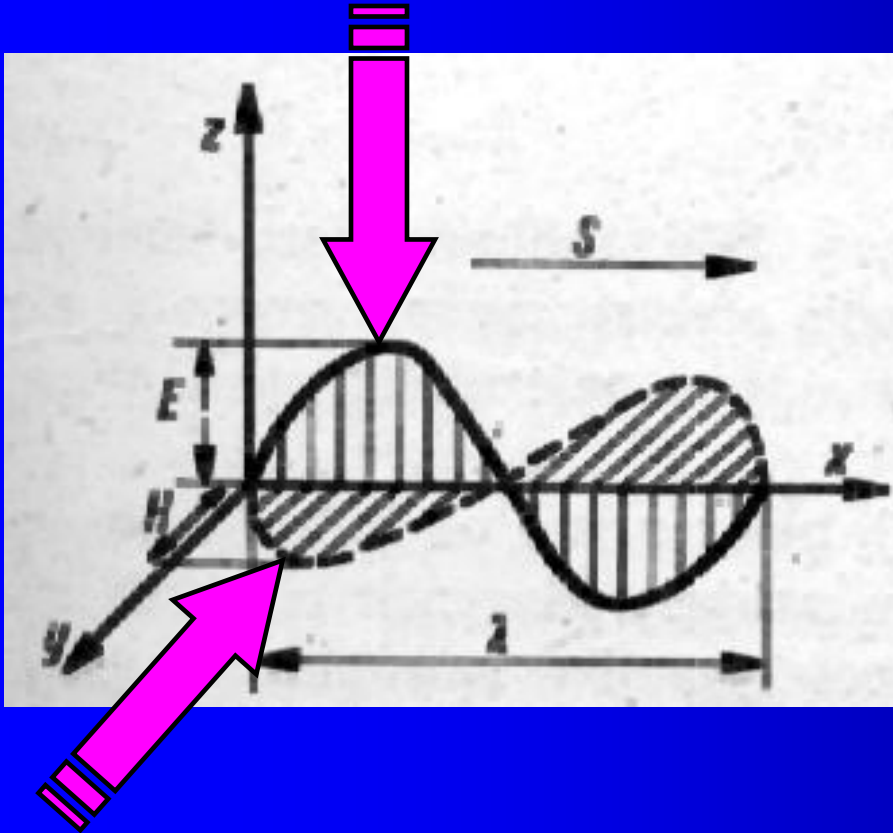
Pole elektromagnetyczne opisują dwie wielkości wektorowe:

- Wektor natężenia pola elektrycznego E – charakteryzujący oddziaływanie tego pola na elementarny ładunek elektryczny,
- Wektor natężenia pola magnetycznego H

Podstawowe pojęcia i określenia

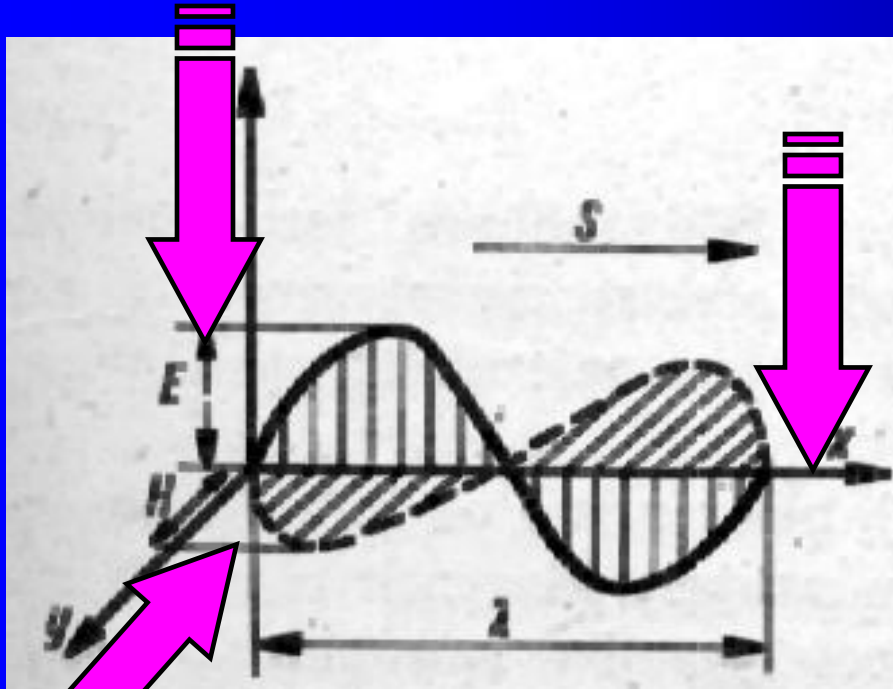
Struktura fali radiowej:

W wolnej przestrzeni fala radiowa ma strukturę **poprzeczną** czyli współzależne pola elektryczne i magnetyczne są prostopadłe do siebie i kierunku propagacji.



Podstawowe pojęcia i określenia

Struktura fali radiowej:



- Oś X wyznacza kierunek rozchodzenia się fal,
- Oś Z położenie wektora natężenia pola elektrycznego,
- Oś Y – położenie wektora natężenia pola magnetycznego.

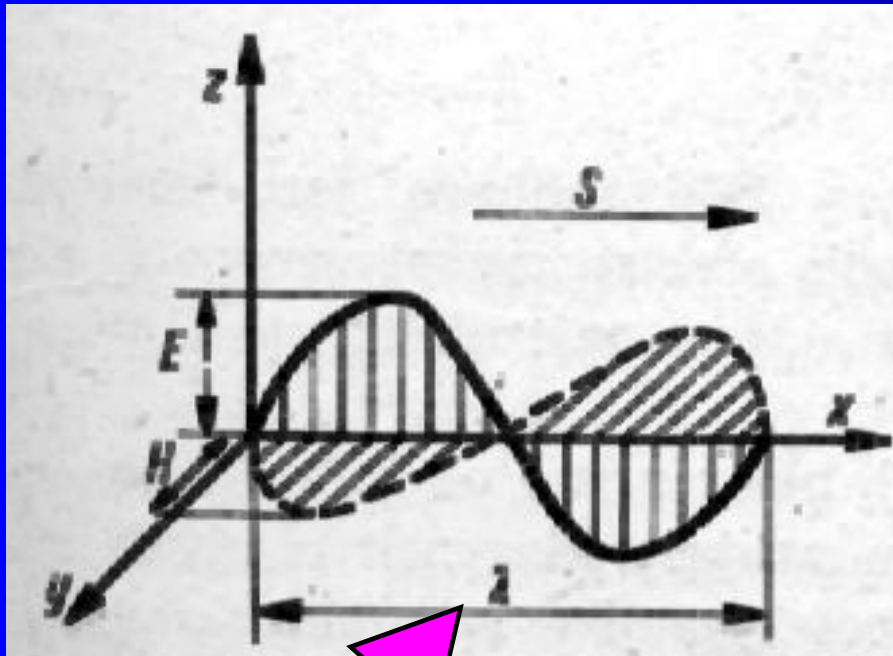
Podstawowe pojęcia i określenia

Struktura fali radiowej:

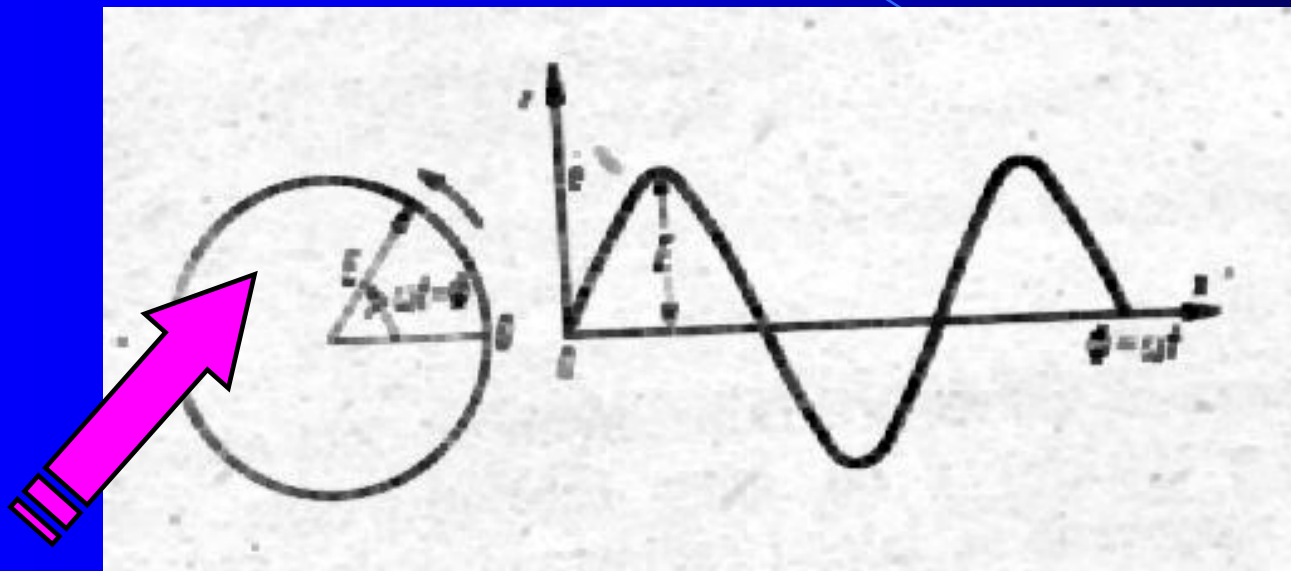
Odległość przebyta przez falę w czasie jednego okresu T nazywana jest długością fali λ .

$$\lambda = V \cdot T$$

$$T = \frac{1}{f}$$



Podstawowe pojęcia i określenia



Struktura fali radiowej:

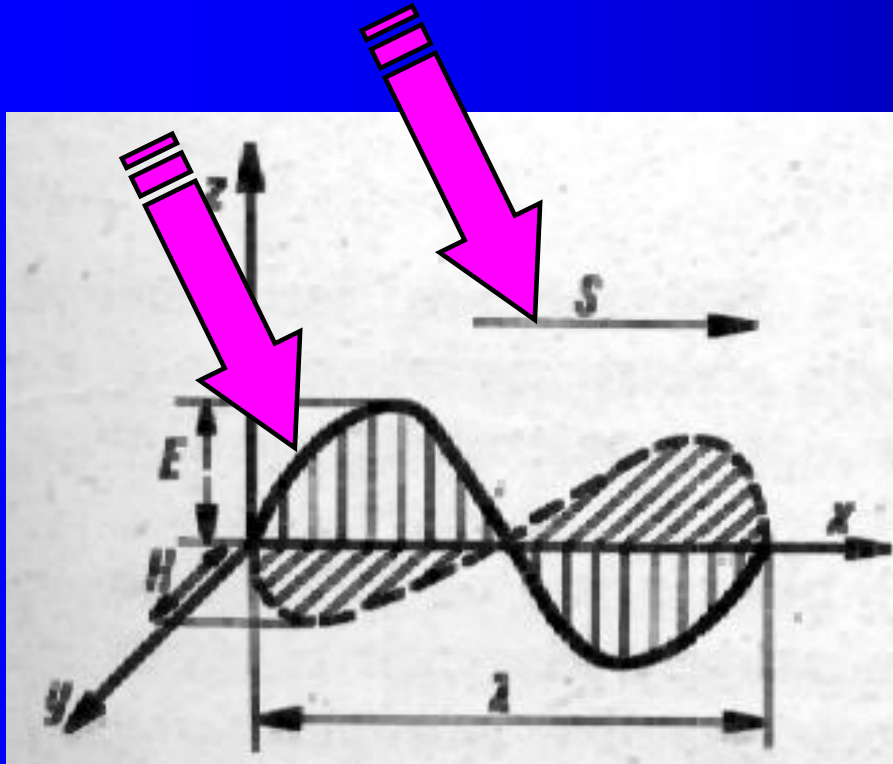
Faza fali – kąt określający chwilowe wartości natężenia fali e

$$\Phi = \omega \cdot t$$

ω – prędkość obrotowa

t – czas wykonania obrotu o kąt Φ

Podstawowe pojęcia i określenia



Polaryzacja pionowa

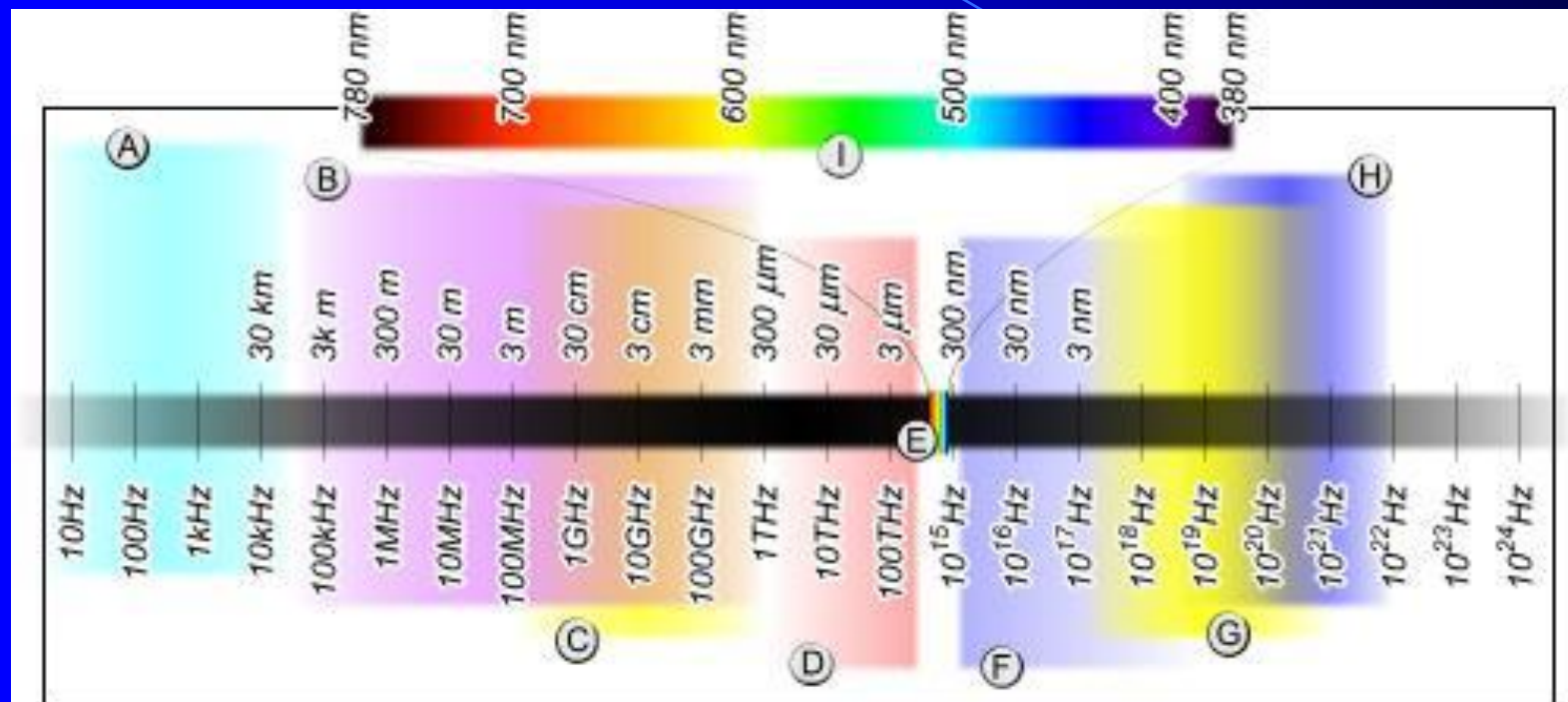
Polaryzacja pozioma

Struktura fali radiowej:

Polaryzacja – usytuowanie wektorów pola elektromagnetycznego w stosunku do płaszczyzny odniesienia (powierzchnia Ziemi).

Płaszczyzna polaryzacji – ta w której leży wektor pola elektrycznego oraz wektor S wskazujący kierunek rozchodzenia się fali.

Widmo promieniowania elektromagnetycznego



- A – fale radiowe bardzo długie (ELF, SLF, ULF, VLF)
- B - fale radiowe
- C - mikrofałe
- D - podczerwień
- E - światło widzialne
- F - ultrafiolet
- G - promieniowanie rentgenowskie (promieniowanie X)
- H - promieniowanie gamma

Podział fal radiowych

Podział dekadowy

Fale	Skrót	Oznaczenie	Długość	Częstotliwość
myriametrowe (bardzo długie)	mam	VLf	100 – 10 km	3 - 30 kHz
kilometrowe (długie)	km	LF	10 – 1 km	30 - 300 kHz
hektometrowe (średnie)	hm	MF	1000 – 100 m	300 - 3000 kHz
dekametrowe (krótkie)	dam	HF	100 – 10 m	3 - 30 MHz
metrowe	m	VHF	10 – 1 m	30 - 300 MHz
decymetrowe	dm	UHF	100 – 10 cm	300 - 3000 MHz
centymetrowe	cm	SHF	10 – 1 cm	3 - 30 GHz
milimetrowe	mm	EHF	10 – 1 mm	30 - 300 GHz
decymilimetrowe	dmm		1 – 0.1 mm	300 - 3000 GHz

Podział fal radiowych

Podział tradycyjny

Zakres	Długości fal	Częstotliwości
Fale bardzo długie	powyżej 20 km	poniżej 15 kHz
Fale długie	20 km - 3 km	15 - 100 kHz
Fale średnie	3000 m - 200 m	100 - 1500 kHz
Fale pośrednie	200 m - 100 m	1.5 - 3 MHz
Fale krótkie	100 m - 10 m	3 - 30 MHz
Fale ultrakrótkie	10 m - 1 m	30 - 300 MHz
Mikrofale	poniżej 1 m	powyżej 300 MHz

Podział fal radiowych

Podział mikrofali

OZNACZENIE PASMA		ZAKRESY	
Podstawowe	Pomocnicze	Długość fali (cm)	Częstotliwość (GHz)
P		137 – 77	0.225 – 0.390
L		77 – 19.2	0.390 – 1.55
S		19.2 – 5.75	1.55 – 5.2
	G	7.6 – 5.15	3.95 – 5.85
	C	5.15 – 3.66	5.85 – 8.2
X		5.75 – 2.75	5.2 – 10.9
	I	2.75 – 1.74	10.9 – 17.25
K		2.75 – 0.83	10.9 – 36.0
Q		0.83 – 0.65	36.0 – 46.0
Y		0.65 – 0.535	46.0 – 56.0

Propagacja fal radiowych

Zjawiska towarzyszące propagacji:

- Odbicie fal od powierzchni Ziemi (refrakcja).
- Uginanie fal nad powierzchnią Ziemi (dyfrakcja).
- Załamanie fal w troposferze (refrakcja).
- Pochłanianie fal w atmosferze.

Propagacja fal radiowych

Zjawisko dyfrakcji:

- Powstaje pod wpływem podania fal na przeszkodę.
- Większa im mniejsze są wymiary przeszkody w stosunku do długości fali.
- Natężenie pola w obszarze dyfrakcji, bezpośrednio za przeszkodą jest słabsze niż przed przeszkodą i maleje ze wzrostem częstotliwości.
- Fale długie – brak przeszkód takich jak góry.
- Ultrakrótkie – za przeszkodami występują strefy cienia.

Propagacja fal radiowych

Zjawisko refrakcji:

- Występuje na granicy dwóch ośrodków (różne parametry przenikalności elektrycznej).
- Najczęściej zachodzi: załamanie, odbicie, rozproszenie
- Współczynnik załamania jest równy:

$$N = \frac{c}{v}$$

Propagacja fal radiowych

Zjawisko refrakcji:

- Zmiana ciągła przenikalności elektrycznej w danym ośrodku powoduje odchyłanie i załamywanie się fali.
- Warunki odbicia fal zależą od polaryzacji.
- Niejednorodna struktura ośrodka sprzyja absorpcji energii fali i jej rozproszeniu.
- Fale radiowe pochodzące z różnych źródeł mogą ulec interferencji.

Propagacja fal radiowych

Ośrodki propagacji:

- Próżnia.
- Powierzchniowa warstwa Ziemi.
- Woda morska.
- Troposfera.
- Jonosfera.

Propagacja fal radiowych

Powierzchniowa warstwa Ziemi i woda morska:

- Ośrodek elektrycznie niejednorodny.
- Zmiany wraz z głębokością jak i miejscem.
- Nierówność terenu powoduje utratę energii.
- Efektem jest stopniowe tłumienie fali elektromagnetycznej.

Propagacja fal radiowych

Troposfera:

- Dolna część atmosfery do ok. 18000 m (równik) i ok. 9000 m (biegun).
- Temperatura maleje ze wzrostem wysokości.
- Zmienne warunki meteorologiczne powodują: załamywanie, rozproszenie i tłumienie.
- Podatne fale ultrakrótkie.

Propagacja fal radiowych

Jonosfera:

- Górna atmosfera 60000 do 800000 m zawierająca dużą ilość swobodnych elektronów i jonów.
- Jonizacja- zjawisko odrywania się elektronów walencyjnych od atomów lub cząsteczek prowadzące do powstania jonów dodatnich i swobodnych elektronów.
- Jonizacja zachodzi pod wpływem: prom. Nadfioletowego, korpuskularnego słonecznego, kosmicznego.
- Występuje niejednorodność jonizacji.

Propagacja fal radiowych

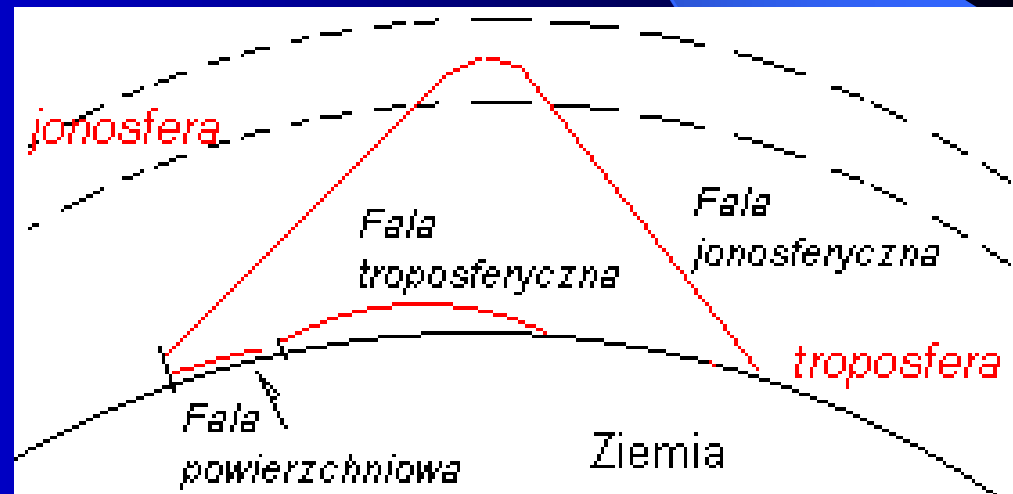
Jonosfera:

- Różna koncentracja elektronów wyróżnia kilka warstw jonosfery:
 - D – najbliższej powierzchni Ziemi do ok. 60000 m, w porze dziennej wykazuje wahania pod względem wysokości i koncentracji elektronów, w porze nocnej zanika.
 - E – 70000 do 130000 m - zależy wysokość od szerokości geograficznej, ulega zmianom dobowym i sezonowym.
 - F – 170000-280000 m (F1) i pow. 300000 m (F2), w porze nocnej pozostaje F2

Propagacja fal radiowych

Sposoby rozchodzenia się fal radiowych:

- Fale przyziemne:
 - Fale powierzchniowe.
 - Fale nadziemne.
- Fale jonosferyczne.
- Fale troposferyczne.



Propagacja fal radiowych

Fale przyziemne:

- Propagacja w bliskiej odległości od pow. Ziemi.
- F. powierzchniowe – rozchodzą się wzdłuż kulistej powierzchni Ziemi dzięki dyfrakcji.
 - Wykorzystywane w systemach pracujących na falach długich.
 - Antena nadawcza o polaryzacji pionowej znajduje się bezpośrednio nad powierzchnią Ziemi.

Propagacja fal radiowych

Fale przyziemne:

- F. nadziemna – powstaje gdy antena nadawcza wzniesiona jest nad powierzchnię Ziemi.
 - Natężenie zależy od odległości od nadajnika i od przesunięcia fazy między falą bezpośrednią o odbitą.
 - Rozbieżności wiązki promieniowanej energii przy odbiciu od wypukłej powierzchni Ziemi.
 - Ograniczający wpływ horyzontu.
 - Dyfrakcja poza horyzontem.
 - Refrakcja troposferyczna.
 - Znaczenie dla fal ultrakrótkich i mikrofal
 - Refrakcja, super refrakcja, interrefrakcja.

Propagacja fal radiowych

Fale troposferyczne:

- Propagacja za pośrednictwem duktów lub rozproszeniu na niejednorodnościach troposfery.
- Dukt – kanał falowodowy w troposferze, powstaje w sprzyjającym układzie warstw atmosferycznych i ciśnieniu atmosferycznym
- Zasięg często przewyższa odległość horyzontu radiowego.
- Fale ultrakrótkie i mikrofae rozprzestrzeniają się w duktach na znaczne odległości przy małym tłumieniu.

Propagacja fal radiowych

Fale jonosferyczne:

- Propagacja przebiega dzięki refrakcji jonosferycznej.
- Propagacja zależy od trasy, pory doby, roku, aktywności słonecznej.
- Wielokrotne odbicia od jonosfery i powierzchni Ziemi umożliwiają rozchodzenie się na bardzo duże odległości, zasięg globalny.
- Propagacja zależy od częstotliwości: granicznej(krytycznej) – przy której fal jest w stanie się odbić od jonosfery oraz najmniejszej przy której tłumienie jeszcze pozwala nawiązać łączność
- Częstotliwości krytyczne i graniczne leżą w zakresie fal krótkich.
- MUF – Maximal Usable Frequency
- LUF – Lowest Usable Frequency