

# DIGINTO

The background features a series of overlapping, wavy lines in shades of purple, green, yellow, and red, creating a sense of motion and digital energy. The lines are thin and numerous, forming a complex, mesh-like pattern that flows across the frame.

*Digital kommunikationsteknik*

The background features a series of overlapping, wavy lines in various colors (purple, green, yellow, orange, blue, red) that create a sense of motion and digital connectivity. The lines are thin and numerous, forming a complex, layered pattern that flows across the frame.

Digital kommunikation

*Trådlös kommunikationsteknik*

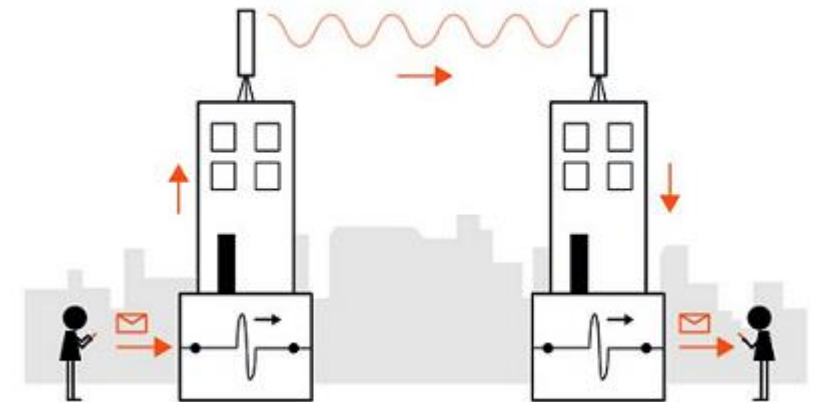
# Trådlös kommunikation

- + Trådlös kommunikation är en teknik som möjliggör överföring av information, data och signaler över korta eller långa avstånd utan att behöva använda fysiska kablar eller ledningar.
- + I stället använder trådlös kommunikation elektromagnetiska vågor.
- + Det inkluderar teknologier som:
  - Wi-Fi
  - Bluetooth
  - Mobiltelefoni
  - Satellitkommunikation
- + I sammanfattning är trådlös kommunikation en fenomenal teknik som möjliggör informationsutbyte över avstånd utan behov av fysiska kablar.
- + Denna teknik bygger på principerna för elektromagnetiska vågor, där radio- och mikrovågor spelar en central roll.



# Trådlös kommunikation

- ✚ Grunden för trådlös kommunikation ligger i att omvandla information, såsom röst, text, bilder eller videor, till elektriska signaler.
- ✚ Dessa elektriska signaler moduleras på en bärarvåg och sänds som *elektromagnetiska vågor* genom luften.
- ✚ Mottagaren på den andra sidan tar emot dessa vågor, demodulerar dem för att extrahera den ursprungliga informationen och presenterar den för användaren.



The background features a series of overlapping, wavy white lines that create a sense of motion and depth. These lines are set against a dark background with a vertical color gradient. From left to right, the colors transition through purple, green, yellow, orange, blue, and red. The overall effect is reminiscent of a digital signal or data stream.

Digital kommunikation

*Historik*

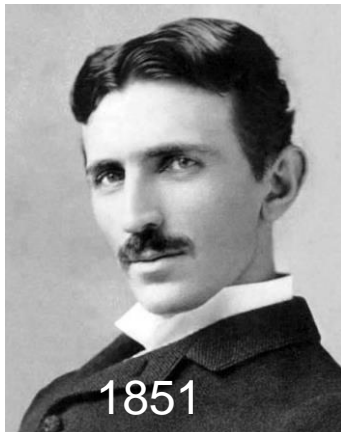
# Trådlöst kommunikationsteknik - Utforskare

- Under 17, 18 och 19 århundrade utforskades trådlös kommunikation febrilt:
  - James Clerk Maxwell brittisk fysiker beskriver radiovågors existens ur ett matematiskt perspektiv.
  - Heinrich Rudolf Hertz tysk fysiker experimenterade med ljuset som elektromagnetisk fenomen
  - Han lyckades att bevisa radiovågors existens genom att konstruera en sändare och en mottagare som fungerade på korta avstånd.
  - Guglielmo Marconi är först att lyckas sända radiosignaler över långa sträckor.
  - I december 1901 skickade han de första radiosignaler över Atlanten via telegraf.
  - Nikola Tesla i bakgrunden.

Matematiska grunder

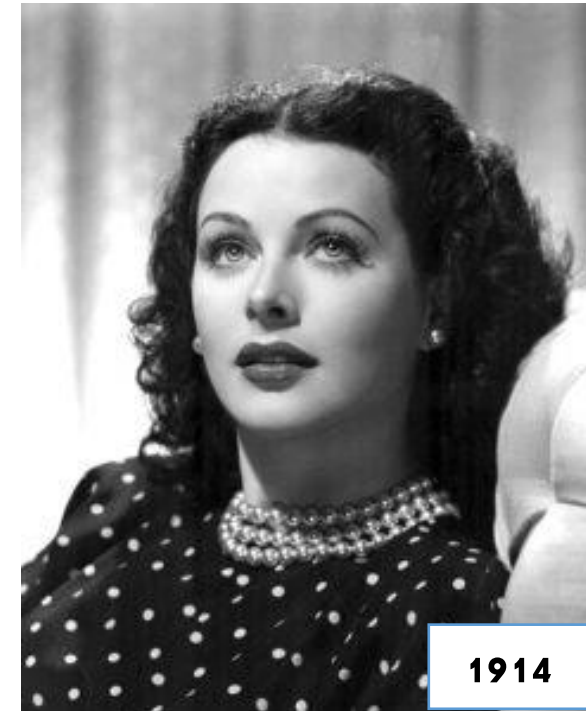
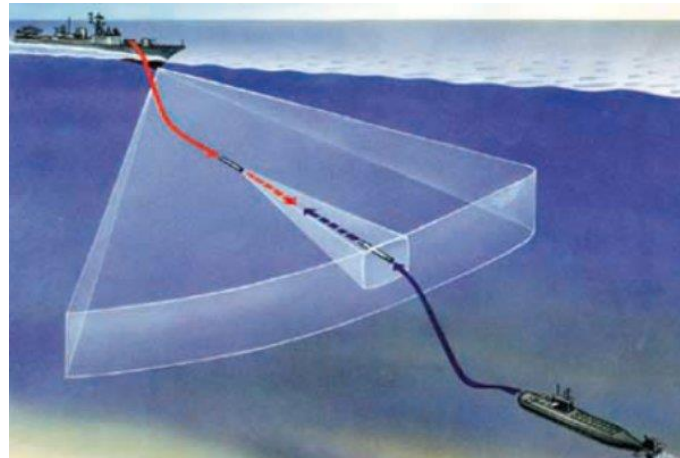
Radiovågors existens

Radiovågors användning



# Utforskare

- ✚ Hollywoodstjärnan Hedy Lamarr var skarp, uppfinningsrik och hade ett bestämt brett spektrum av intressen.
- ✚ Lamarr var bekant med både radioteknik och vapenindustrin.
- ✚ Hon visste att torpederna var effektiva vapen, men mycket utsatta för detektering och sabotage av radiosignaler.
- ✚ Hon hade tanken på att använda flera frekvenser och hoppa mellan de.
- ✚ Frekvens hoppning
- ✚ Spread spectrum technology.
- ✚ 1942 patent
- ✚ 2000 dog



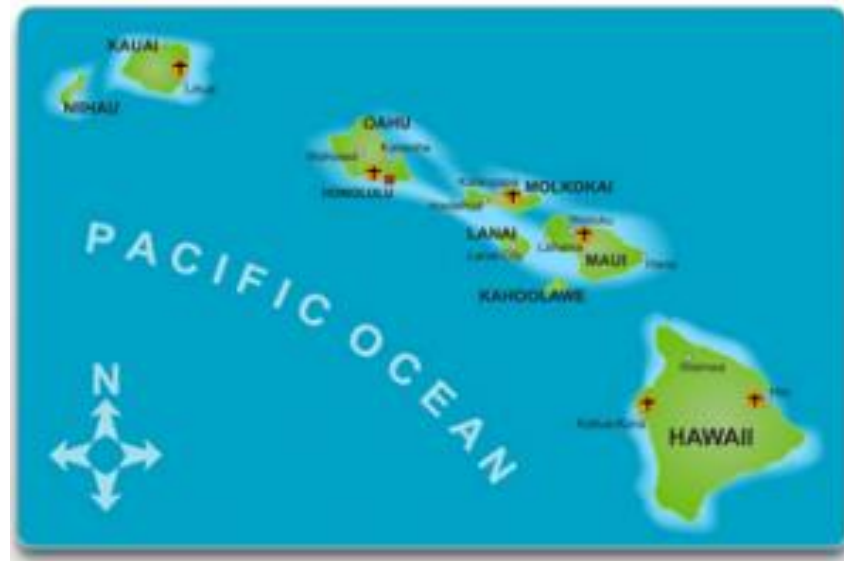
## WLAN historik - ALOHAnet

- + "*surfa på Internet*"
- + 1970-1971 utvecklade Hawaii universitet det första trådlösa nätverket som döptes till ALOHAnet.
- + Kommunikationen mellan olika Hawaiiska öar möjliggjordes av OSI datalänks skikt inom frekvensområdet 400 MHz.
- + Redan då refererades CSMA/CD och CSMA/CA som åtkomstkontroller till transmissionsmedier.



**1970**

Norman Abramson





The background features a series of vertical bars in shades of purple, green, yellow, orange, blue, and red, set against a dark background. Overlaid on these bars are numerous thin, white, wavy lines that create a sense of motion and digital connectivity.

Digital kommunikation

*Standardiseringsorganisationer*

# Organisationer och deras ansvar

---

## + ITU-R – International Telecommunication Union Radiocommunication Sector

+ Samordnar frekvensanvändning världen över samt ha en global databas med alla regelverk. Organisationen ansvarar för tilldelning av frekvensbandet 2.4 – 2.5 GHz för ISM.

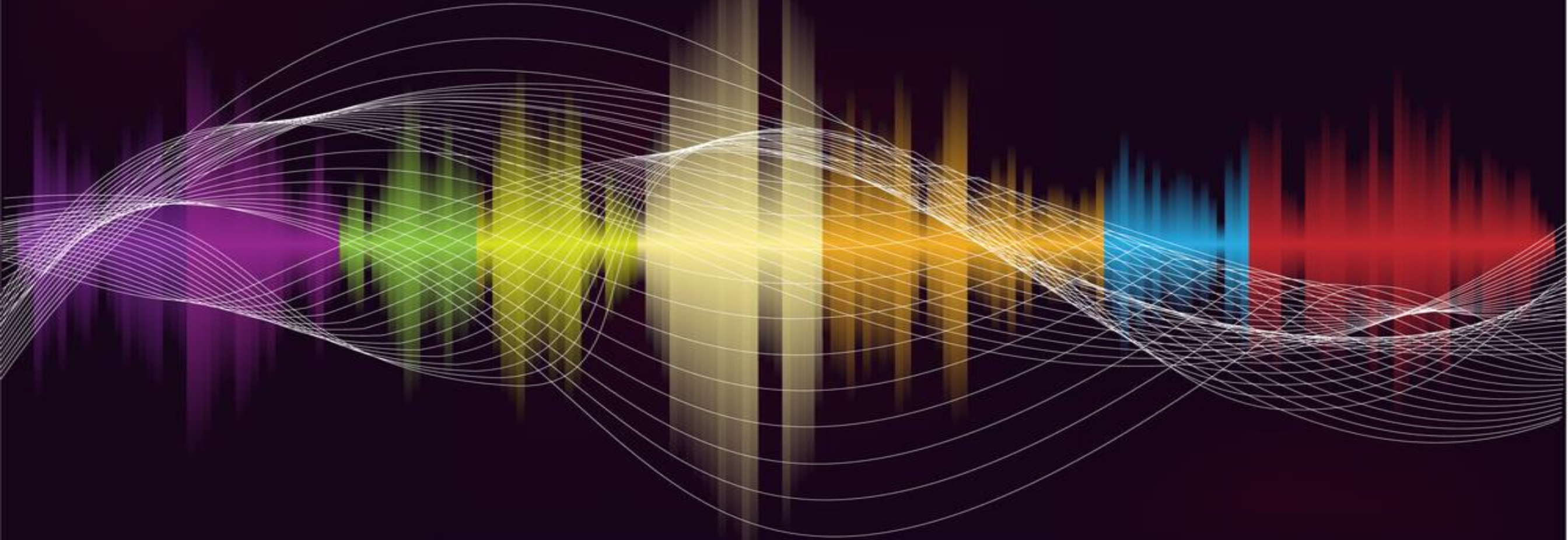
## + IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

+ IEEE är organisationen som ligger bakom standarden 802.11 för WLAN kommunikation. Under IEEE finns massa arbetsgrupper som tilldelas en bokstav efter standarden som jobbar med förbättringar och tillägg, exempelvis 802.11n och 802.11ac.

## + PTS – Post och Telestyrelsen

+ PTS bestämmer över frekvensutnyttjande i Sverige. 802.11 WLAN används vanligtvis på 2,4 och 5 GHz frekvenserna som är öppna frekvensband i Sverige. Även om frekvensen är öppen finns det regler som säger hur du får använda frekvenserna. Ett exempel är hur hög effekt du får sända på.

Digital kommunikation

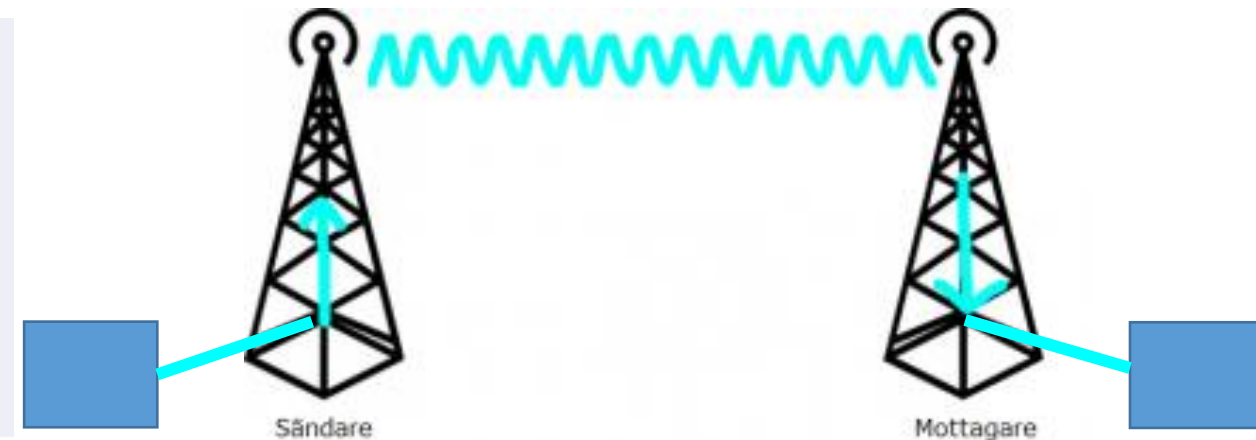
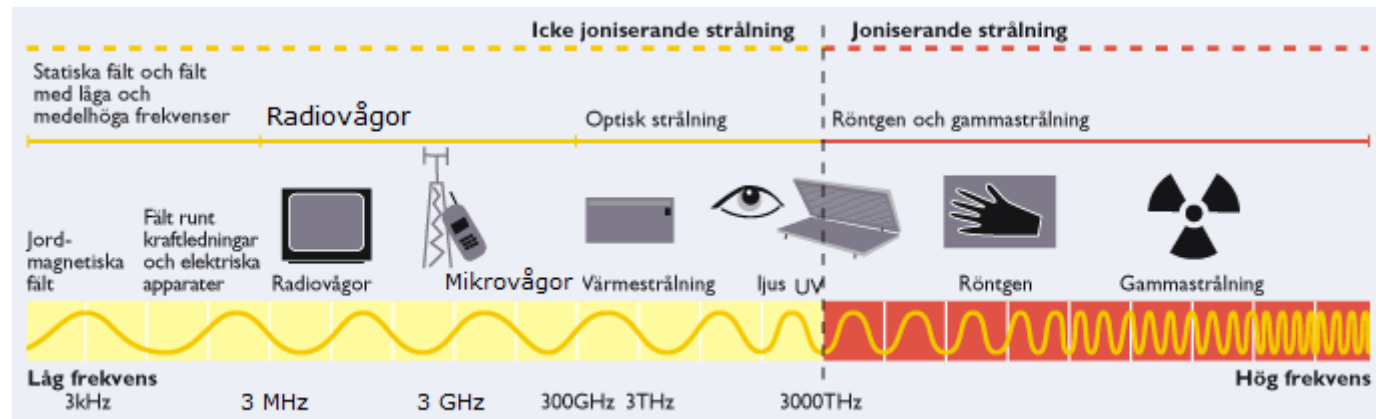


*Radiovågor*

Gonzalo Rivera ©

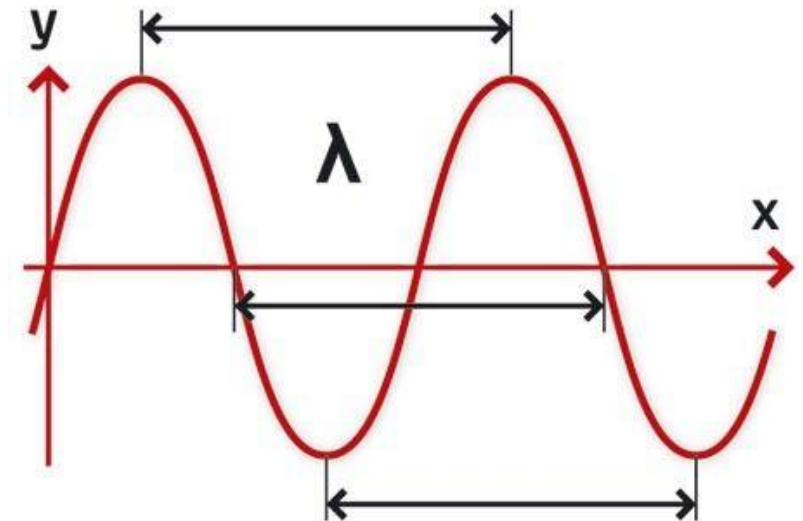
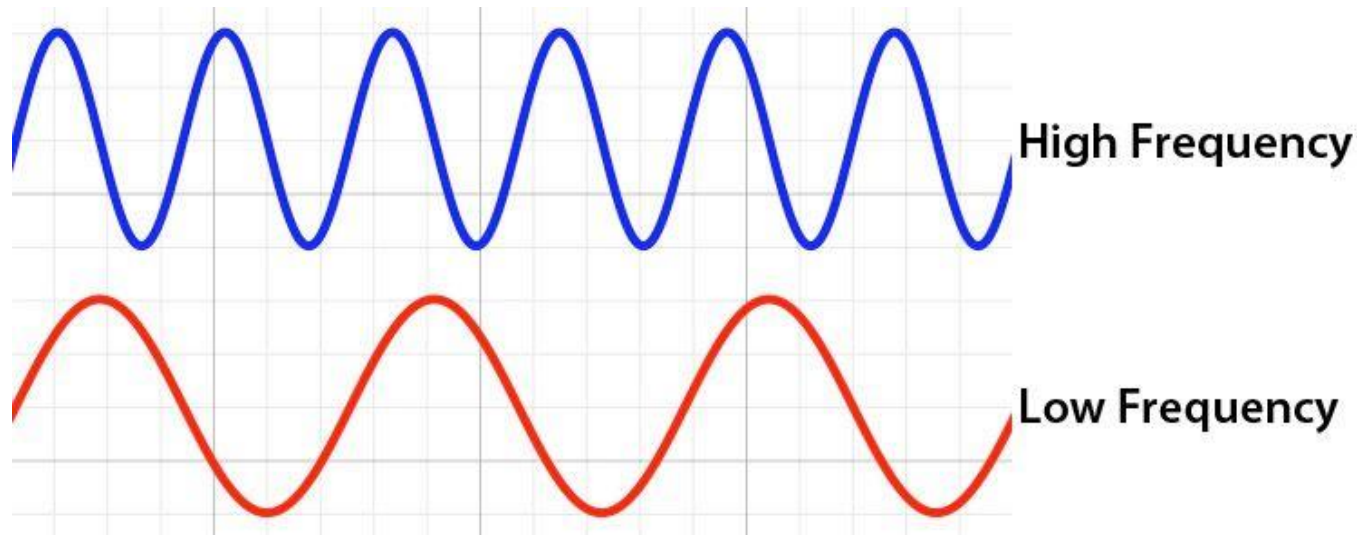
# Radiovågor

- ✚ Radiovågor omfattas inom *radiofrekvent strålning* som är en icke-joniserande strålning.
- ✚ Radiovågor har den lägsta frekvens och den längsta våglängd.
- ✚ Radiovågor är båda, naturliga och skapad på konstgjord väg.
- ✚ De används inom trådlös kommunikation och de kallas ofta *radiofrekvens*-signaler, RF signaler.
- ✚ En RF-signal börjar som en elektrisk växelströmssignal (AC) genererad av en sändare.
- ✚ Denna AC-signal sänds via en kopparledare (typiskt en koaxialkabel) till en antenn och utstrålas ur den i form av en elektromagnetisk våg.



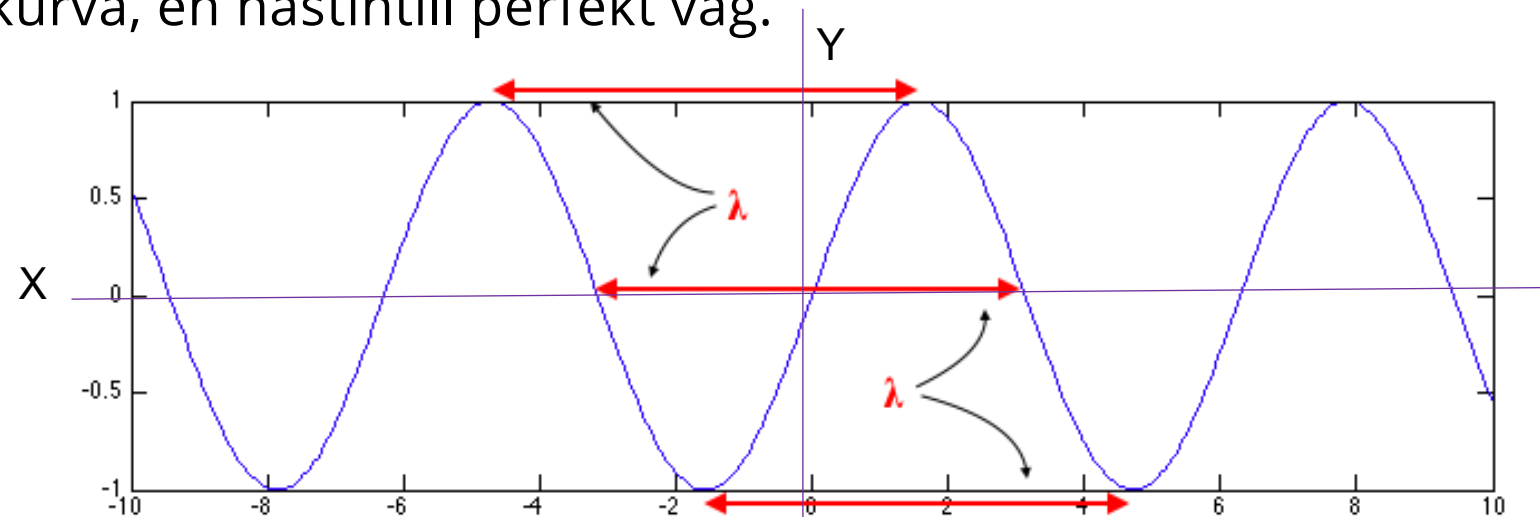
# Radiovågor - Våglängd

- ✚ En RF-signal strålar bort från antennen i ett kontinuerligt mönster som styrs av vissa egenskaper, såsom *våglängd*, *frekvens*, *amplitud* och *fas*.
- ✚ *Våglängd* ( $\lambda$ ) - Sträckan som en våg hinner färdas innan den har gått en hel cykel.
- ✚ Det finns ett omvänt förhållande mellan våglängd och frekvens.
- ✚ En förenklad förklaring är att ju högre frekvens, desto kortare våglängd eller lägre frekvens desto längre våglängd.



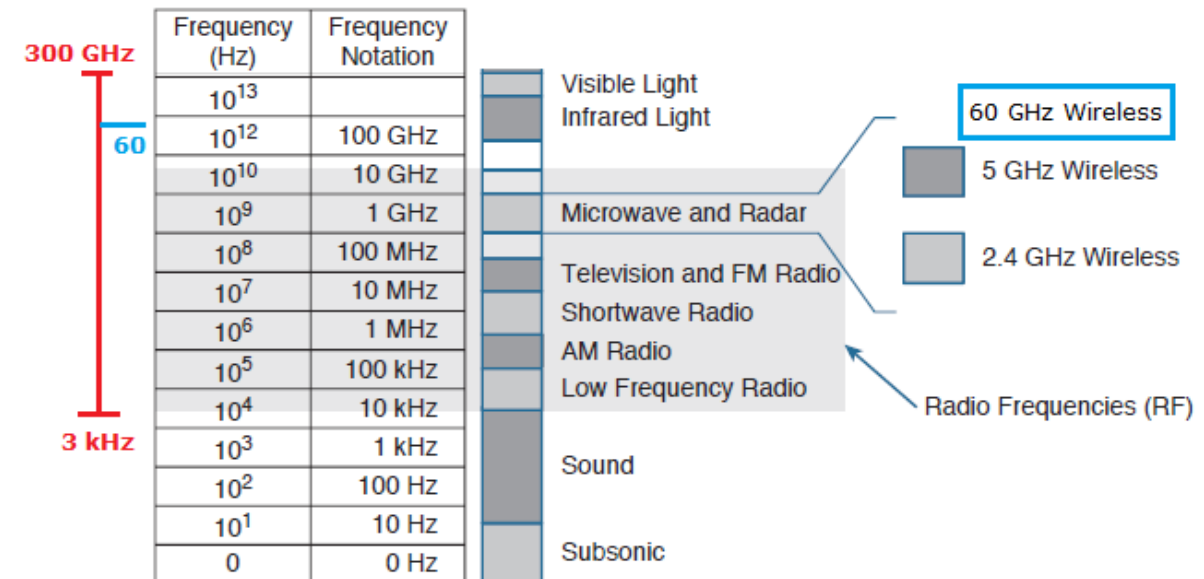
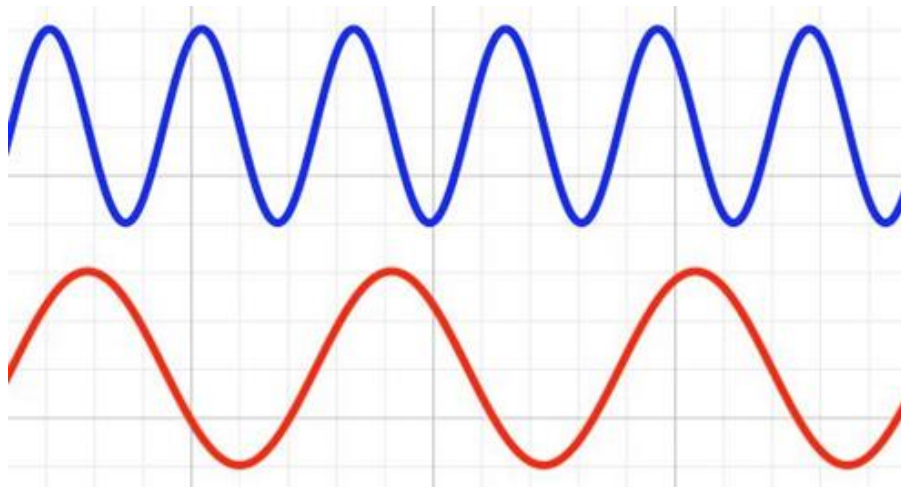
# Radiovågor - Våglängd

- ✚ Hos en utbredande våg finns det enkla samband mellan vågens våglängd, frekvens, hastighet (utbredningshastighet) och periodtid.
- ✚  $c = \lambda f \rightarrow f = \frac{1}{T}$
- ✚  $c$  ( $v$ ) är utbredningshastigheten i m/s och  $\lambda$  är våglängden i meter.
- ✚  $f$  är frekvensen i Hertz och  $T$  är periodtiden, även kallad svängningstiden.
- ✚ En våglängd är avståndet mellan två identiska punkter på vågen.
- ✚ Våglängden kan mätas mellan två vågtoppar eller två vågdalar.
- ✚ Figuren illustrerar en helt vanlig sinuskurva, en nästintill perfekt våg.



# Radiovågor - Frekvens

- + *Frekvens* är det antal gånger en specifik händelse inträffar inom ett bestämt tidsintervall.
- + Antalet svängningar som vågen gör per sekund (hertz).
- + Med 1 hertz svänger, eller oscillerar, vågen en cykel per sekund.
- + Med 1 kilohertz oscillerar vågen tusen gånger på en sekund, och så vidare.
- + Frekvensintervallet mellan 3 kHz och 300 GHz är känd som *radiofrekvens*, eller bara RF.
- + Till radiofrekvenser inkluderas flera olika typer av radiokommunikation såsom lågfrekvens radio, AM radio, kortvåg radio, television, FM radio, mikrovåg, och radar.



# Radiovågor - Frekvens

- ✚ I frekvensberäkningar stöter vi ofta på stora värden, och för att göra hanteringen smidigare introduceras förkortningar kallade prefix.
- ✚ Här är några vanliga prefix och deras förkortningar:
- ✚ *Kilo* (k): Ett kilohertz (kHz) är 1000 hertz. Exempelvis är  $1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$ .
- ✚ *Mega* (M): Ett megahertz (MHz) är 1 000 000 hertz. Exempelvis är  $1 \text{ MHz} = 1\,000\,000 \text{ Hz}$ .
- ✚ *Giga* (G): Ett gigahertz (GHz) är 1 000 000 000 hertz. Exempelvis är  $1 \text{ GHz} = 1\,000\,000\,000 \text{ Hz}$ .
- ✚ *Tera* (T): Ett terahertz (THz) är 1 000 000 000 000 hertz. Exempelvis är  $1 \text{ THz} = 1\,000\,000\,000\,000 \text{ Hz}$ .
- ✚ Dessa prefix används för att hantera och kommunicera frekvenser på olika skala, särskilt när vi pratar om elektromagnetiska vågor och deras tillämpningar.
- ✚ De gör det möjligt att undvika extremt stora eller små siffror och gör det enklare att jämföra frekvenser inom olika områden av EM-spektrumet

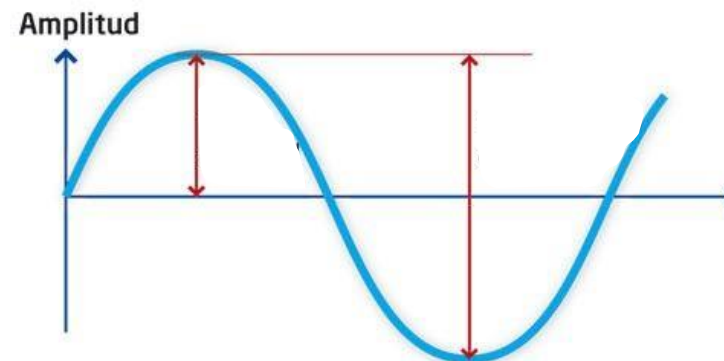
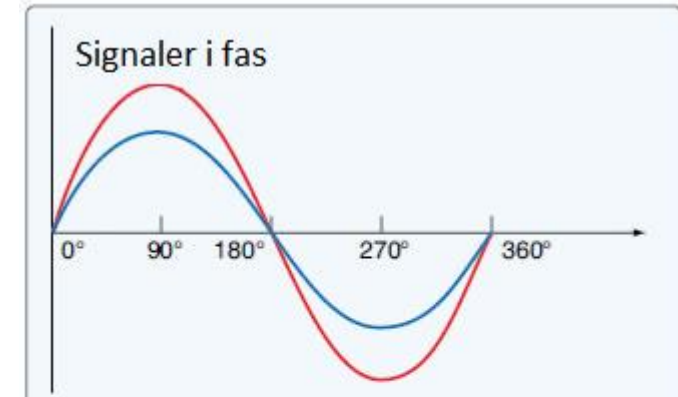


# Radiovågor - Frekvensband

- ✚ För att organisera frekvenser med liknande användningsområden definieras ofta frekvensband (intervall av frekvenser kända som "*band*").
- ✚ Ett exempel på frekvensband är 5-GHz-bandet:
  - 5 150 till 5 250 GHz
  - 5 250 till 5 350 GHz
  - 5 350 till 5 470 GHz (vanligtvis oreglerat och sällan används)
  - 5 470 till 5 725 GHz
  - 5 725 till 5 825 GHz
- ✚ Regleringen av frekvensbandets användning ligger inom ansvarsområdet för standardiseringsorganisationer och myndigheter, såsom Federal Communications Commission (FCC) i USA och Post- och telestyrelsen i Sverige ([Frekvensplan](#)).
- ✚ Ett konkret exempel på frekvensbandsreglering är ITU-rr (International Telecommunication Union – Radio Regulations).
- ✚ Dessa myndigheter hanterar anpassningar och förändringar av frekvensband för radiovågor, som kan omvärderas och justeras över tid på grund av teknologiska framsteg.

# Radiovågor – Amplitud och fas

- ✚ När man tittar på en RF-signal med ett oscilloskop representeras amplituden av sinus vågens positiva toppar och negativa dalar.
- ✚ *Amplitud* - Med en signals amplitud anges hur stark signalen är.
- ✚ Topp-amplitud beskriver storleken på signalen från ett nolläge.
- ✚ *Fas* - När man anger fas delar man upp en våglängd i 360 grader.
- ✚ Signaler som är i fas kombinerar faktiskt deras amplitud vilket resulterar i mycket större signalstyrka.
- ✚ Fasskillnaden mellan två radiovågor.
- ✚ Om två RF-signaler är 180 grader ur fas avbryter de varandra och den effektiva signalstyrkan är noll.
- ✚ Det innebär att signalernas fas har en *kumulativ effekt*.



# Radiovågors matematiska grunder

- ✚ Egenskaperna hos elektromagnetiska vågor, såsom våglängd, frekvens, utbredningshastighet och periodtid, är inbördes relaterade och matematiskt uttryckta i referensformeln:
- ✚  $c = \lambda * f$  m/s och  $f = 1 / T$
- ✚ Denna referensformel kan omformuleras till  $f = c / \lambda$ . och  $\lambda = c / f$
- ✚ Frekvens ( $f$ ) uppmätt i Hertz (Hz)
- ✚ Våglängd ( $\lambda$ ) mätt i meter (m)
- ✚ Ljusets hastighet ( $c$ ) är en konstant på 300 000 000 m / s.
- ✚ När man beräknar våglängder:
- ✚ ljusets hastigheten på 300 000 000 m/s eller 300 000 km/s
- ✚ frekvensen i Hz (per sekund) eller i kHz (per sekund)

## Exempel 1

---

- + Exempel 1: *Beräkna våglängden* för en radiovåg med en frekvens på 100 MHz.
- + Frekvens ( $f$ ) = 100 MHz = 100 000 000 Hz
- + Ljusets hastighet ( $c$ ) = 300 000 000 m/s
- +  $\lambda = c / f = 300\,000\,000 \text{ m/s} / 100\,000\,000 \text{ Hz} = 3 \text{ meter}$
- + Så våglängden för en radiovåg med en frekvens på 100 MHz är 3 meter.

## Exempel 2

---

- + Exempel 2: *Beräkna frekvensen* för en radiovåg med en våglängd på 10 cm.
- + Våglängd ( $\lambda$ ) = 10 cm = 0.1 meter
- + Ljusets hastighet ( $c$ ) = 300 000 000 m/s
- +  $f = c / \lambda = 300\,000\,000 \text{ m/s} / 0.1 \text{ meter} = 3\,000\,000\,000 \text{ Hz} = 3 \text{ GHz}$
- + Så frekvensen för en radiovåg med en våglängd på 10 cm är 3 GHz.

## Exempel 3

---

- + Exempel 3: *Beräkna våglängden* för en radiovåg med en frekvens på 5 GHz.
- + Frekvens ( $f$ ) = 5 GHz = 5 000 000 000 Hz
- + Ljusets hastighet ( $c$ ) = 300 000 000 m/s
- +  $\lambda = c / f = 300\,000\,000 \text{ m/s} / 5\,000\,000\,000 \text{ Hz} = 3/5 \text{ m} = 0.06 \text{ meter} = 6 \text{ cm}$
- + Så våglängden för en radiovåg med en frekvens på 5 GHz är 6 cm.

# DIGINTO

The background features a series of overlapping, wavy lines in shades of purple, green, yellow, and red, creating a sense of motion and digital data flow. The lines are thin and numerous, forming a complex, layered pattern that suggests a digital signal or data stream.

*Digital kommunikationsteknik*