



ทฤษฎีต่างๆ สำหรับนักวิทยุสมัครเล่น

นายคณิน นิติวงศ์
วิศวกรปฏิบัติการระดับสูง สำนักงาน กสทช.





ภาคผนวก 1

แบบทำยประกาศ กสทช. เรื่อง
หลักเกณฑ์การอนุญาตและกำกับ
ดูแลกิจการวิทยุสมัครเล่น

(คู่มือฯ หน้า 95-96, 105-106)



วิชาที่	หัวข้อวิชา	จำนวน (ข้อ)
๑	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจการวิทยุสมัครเล่น	๒๕
๒	การติดต่อสื่อสารของนักวิทยุสมัครเล่น	๒๐
๓	ทฤษฎีต่างๆ สำหรับนักวิทยุสมัครเล่น	๒๐
๔	หลักปฏิบัติของนักวิทยุสมัครเล่น	๒๐
๕	คุณธรรมและจริยธรรมของพนักงานวิทยุสมัครเล่น	๑๕



← → ↻ 🏠 <https://oss.nbtc.go.th/OSS/Home/>

 **NBTC ONE STOP SERVICE**
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

• Home • E-Learning • E-Practice

ระบบงานที่ให้บริการ

AR
AMATEUR RADIO
ประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่น
[สมัครสอบด้วยตนเอง](#)

GOC
GENERAL OPERATOR'S
CERTIFICATE

ROC
RESTRICTED OPERATOR'S
CERTIFICATE

Download

- แบบทดสอบกลางสำหรับพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น update 20/12/2560 [Download](#)
- แบบทดสอบกลางสำหรับพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นกลาง update 21/12/2560 [Download](#)
- แบบทดสอบกลางสำหรับพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นสูง update 21/12/2560 [Download](#)
- จรรยาบรรณและขั้นตอนในการออกอากาศของนักวิทยุสมัครเล่น [Download](#)





แบบทดสอบกลาง
สำหรับพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น
(BASIC AMATEUR RADIO OPERATOR)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
(สำนักงาน กสทช.)



สารบัญ



	หน้า
วิชาที่ 1 : 175 ข้อ (สู่มอก 25 ข้อ) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจการวิทยุสมัครเล่น	1
วิชาที่ 2 : 120 ข้อ (สู่มอก 20 ข้อ) การติดต่อสื่อสารของนักวิทยุสมัครเล่น	36
วิชาที่ 3 : 328 ข้อ (สู่มอก 20 ข้อ) ทฤษฎีต่าง ๆ สำหรับนักวิทยุสมัครเล่น	56
วิชาที่ 4 : 100 ข้อ (สู่มอก 20 ข้อ) หลักปฏิบัติของนักวิทยุสมัครเล่น	118
วิชาที่ 5 : 60 ข้อ (สู่มอก 15 ข้อ) คุณธรรมและจริยธรรมของพนักงานวิทยุสมัครเล่น	136

เนื้อหาในการบรรยาย



1 คลื่น

2 ไฟฟ้า

3 เครื่อง



คำนำหน้าหน่วย

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ	แฟกเตอร์
เดคา(deca)	da	10^1	10
เฮกโต(hecto)	h	10^2	100
กิโล(kilo)	k	10^3	1,000
เมกะ(mega)	M	10^6	1,000,000
จิกะ(giga)	G	10^9	1,000,000,000
เทระ(tera)	T	10^{12}	1,000,000,000,000
เพตะ(peta)	P	10^{15}	1,000,000,000,000,000
เอกซะ(exa)	E	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000
เซตตะ(zetta)	Z	10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000
ยอตตะ(yotta)	Y	10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000

คำนำหน้าหน่วย ($10^{-x} = 1/10^x$)



คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ	แฟคเตอร์
เดซี(deci)	d	10^{-1}	0.1
เซนติ(centi)	c	10^{-2}	0.01
มิลลิ(milli)	m	10^{-3}	0.001
ไมโคร(micro)	μ , u	10^{-6}	0.000 001
นาโน(nano)	n	10^{-9}	0.000 000 001
พิโค(pico)	p	10^{-12}	0.000 000 000 001
เฟมโต(femto)	f	10^{-15}	0.000 000 000 000 001
อัตโต(atto)	a	10^{-18}	0.000 000 000 000 000 001
เซปโต(zepto)	z	10^{-21}	0.000 000 000 000 000 000 001
ยอกโต(yocto)	y	10^{-24}	0.000 000 000 000 000 000 000 001



คำนำหน้าหน่วย

$$\begin{aligned}6\ 000\ 000\ \text{วัตต์} &= 6 \times 10^6\ \text{วัตต์} \\ &= 6\ \text{เมกะวัตต์ (MW)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0.000\ 005\ \text{แอมแปร์} &= 5 \times 10^{-6}\ \text{แอมแปร์} \\ &= 5\ \text{ไมโครแอมแปร์ (uA)}\end{aligned}$$

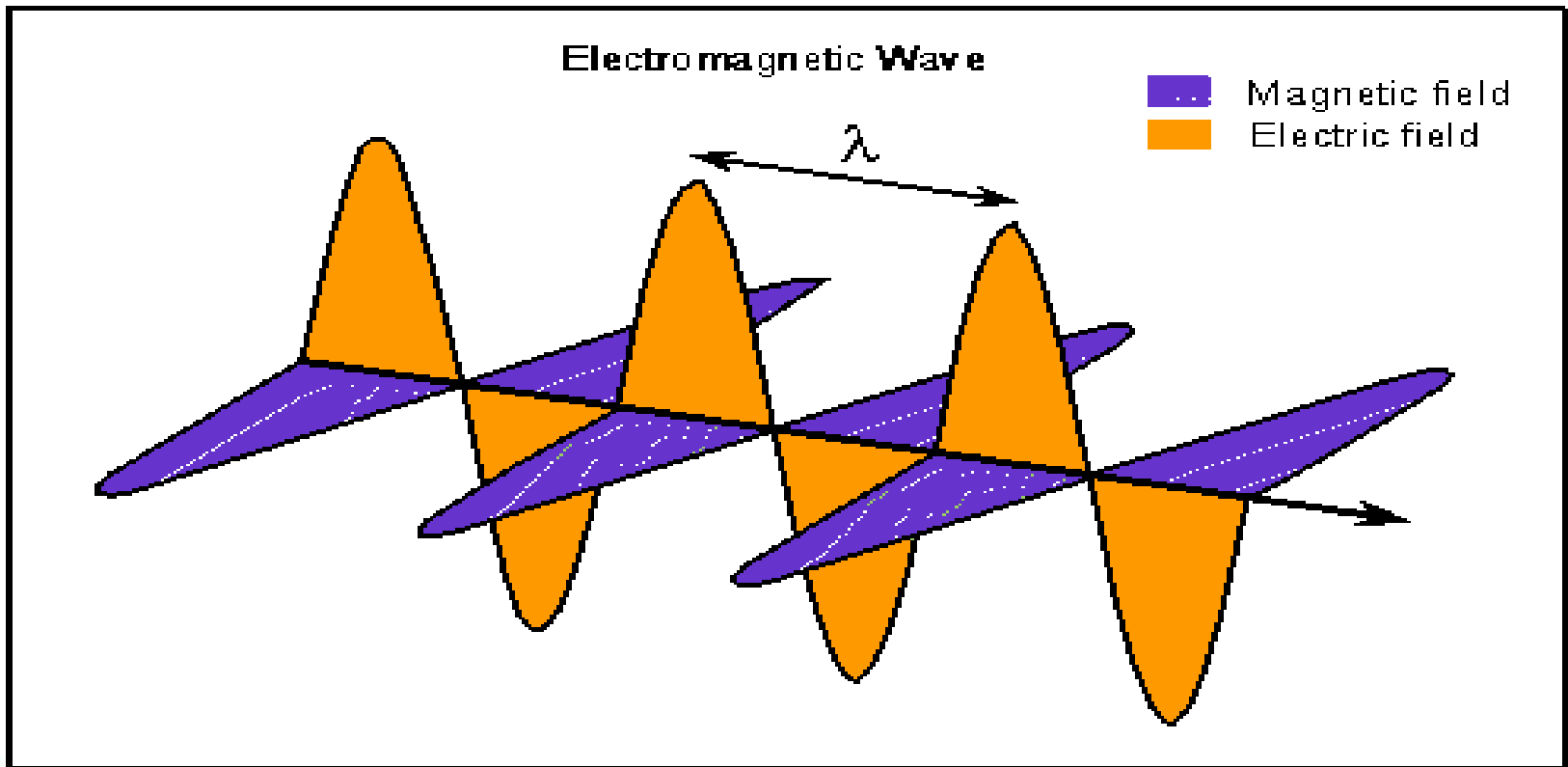


คลื่น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC WAVE)



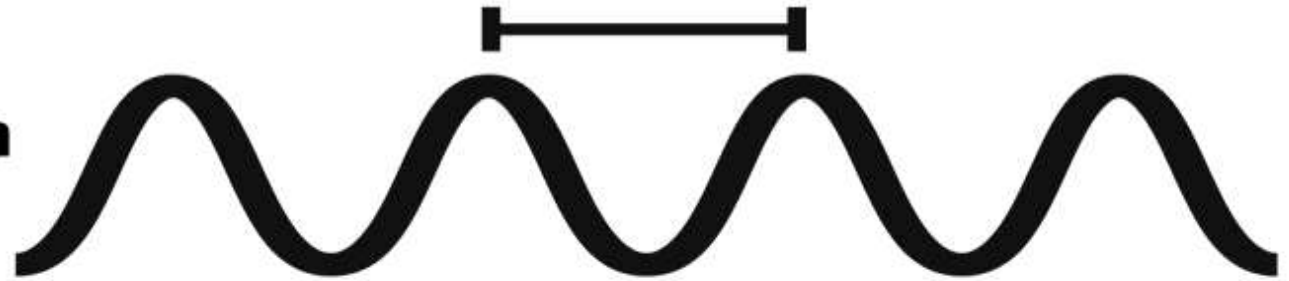
เป็นคลื่นที่เกิดจากการผสมกันระหว่างกระแสที่ไหลผ่านเข้าไปในสายอากาศแล้วเกิด **สนามแม่เหล็ก (Magnetic Field)** และแรงดันตกคร่อมสายอากาศทำให้เกิด **สนามไฟฟ้า (Electric Field)** เมื่อรวมสนามทั้งสองเข้าด้วยกันจะได้ **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** ตั้งฉากกันเคลื่อนที่ไปในอากาศด้วยความเร็ว 300 ล้านเมตร/วินาที เทียบเท่า **ความเร็วแสง ($c = 3 \times 10^8$ m/s)**



ความยาวคลื่น vs ความถี่



Wavelength
 λ



$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Frequency
 f





ย่านความถี่ 2 เมตร

$$f = 150 \text{ MHz (144-147 MHz)} = 1.5 \times 10^8$$

$$c = 3 \times 10^8$$

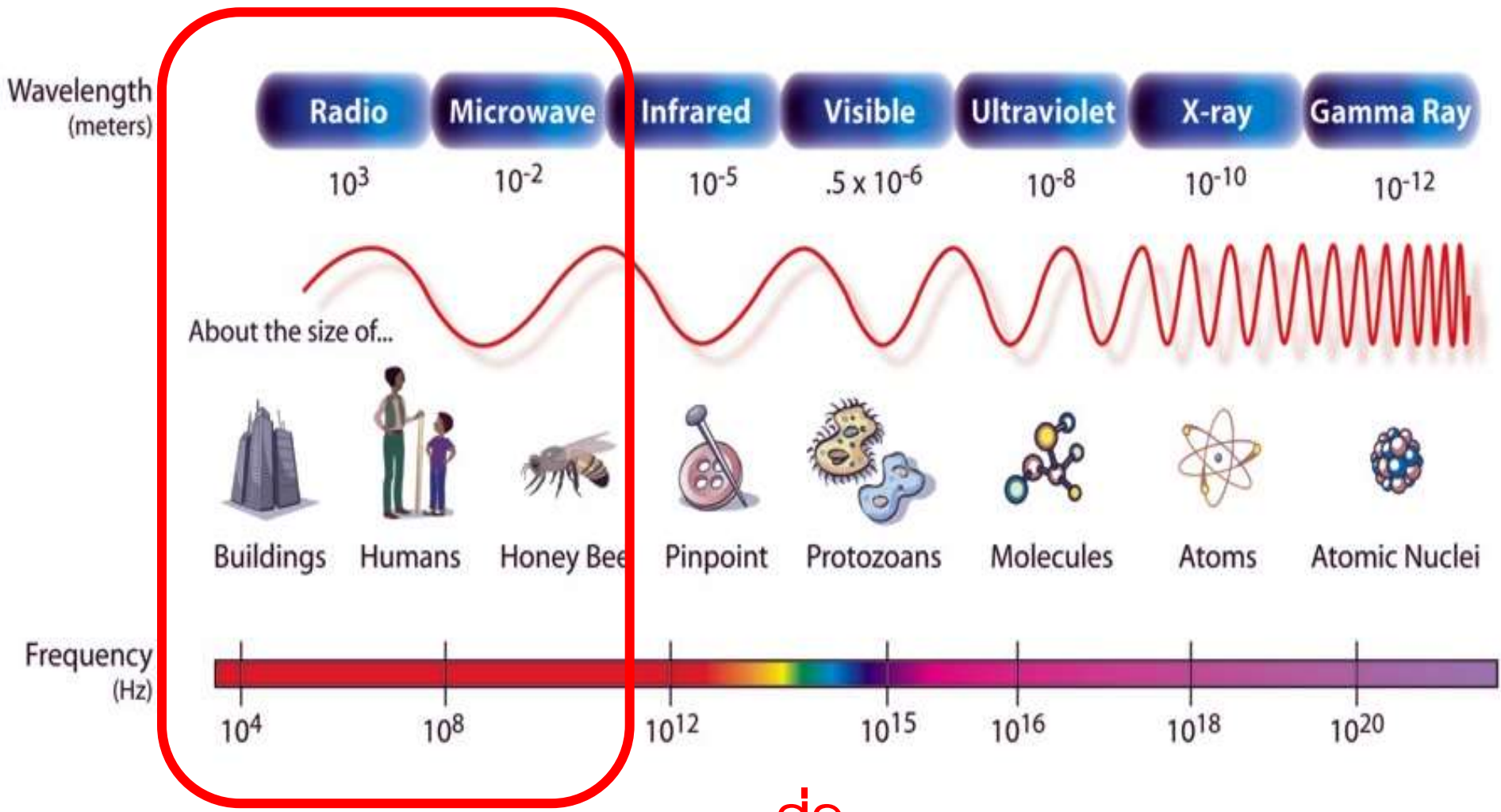
$$f = c/\lambda$$

$$\lambda = c/f = (3 \times 10^8) / (1.5 \times 10^8)$$

$$\lambda = 2 \text{ m}$$



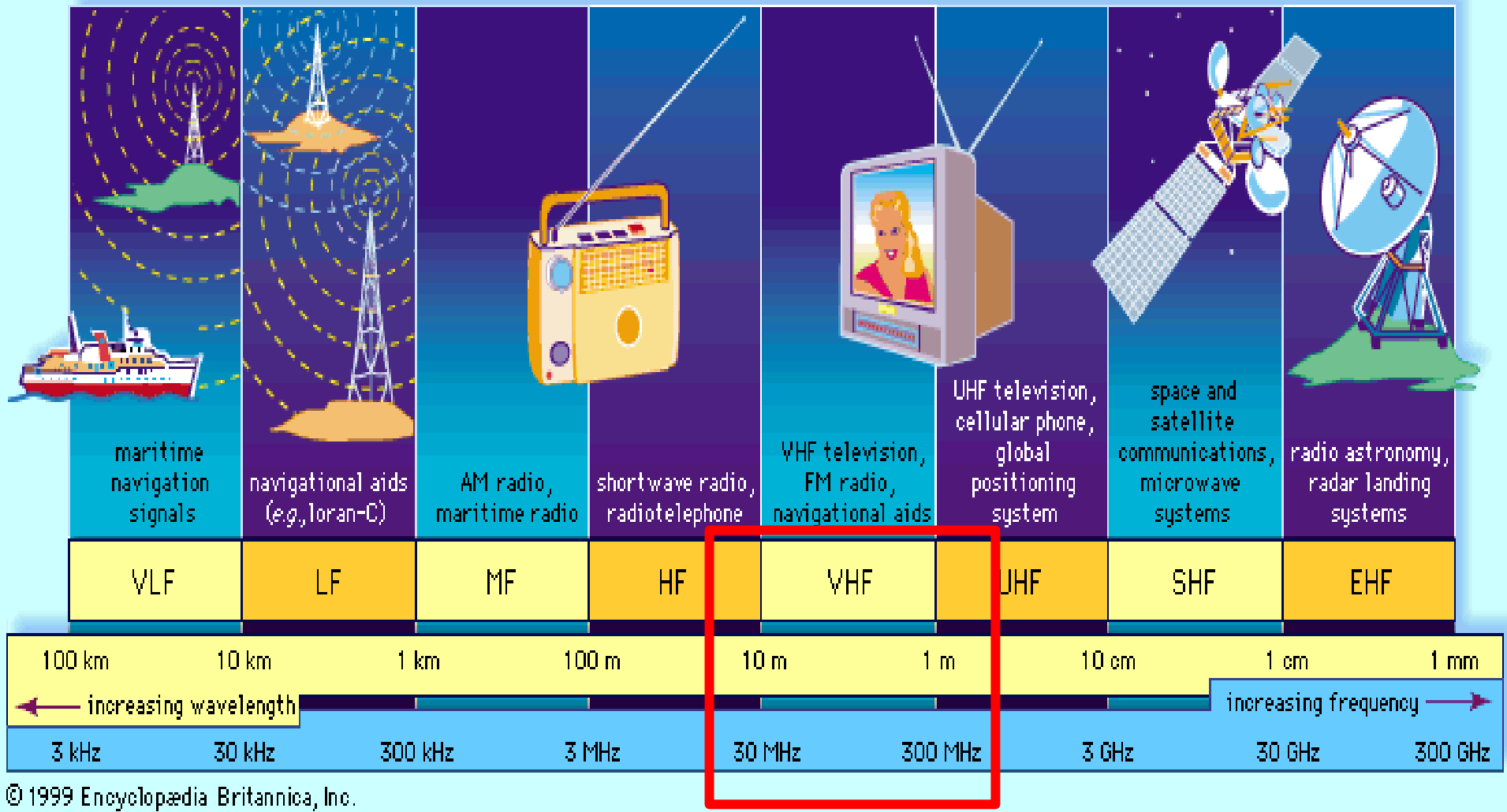
ย่านความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



ความถี่วิทยุ



การแบ่งย่านความถี่วิทยุ (Radio Frequency Range)

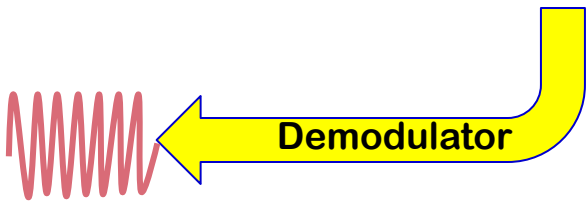
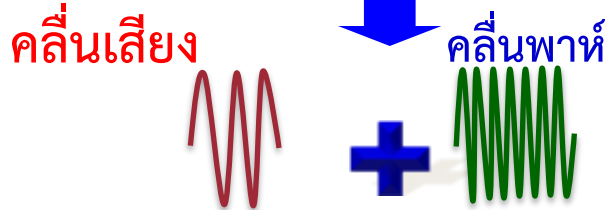


© 1999 Encyclopædia Britannica, Inc.

144 – 147 MHz



ระบบของการรับ-ส่งวิทยุคมนาคม



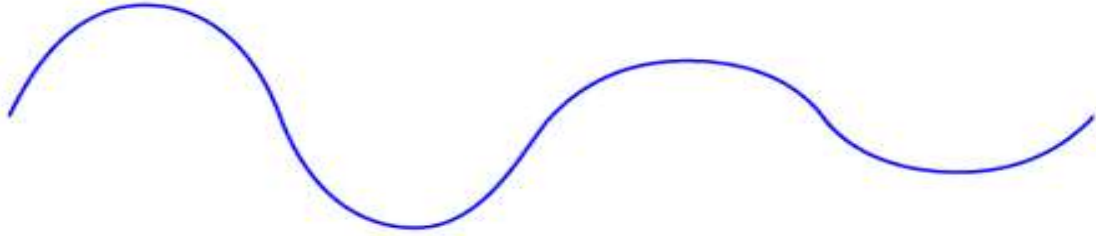


การผสมสัญญาณ (Modulation)



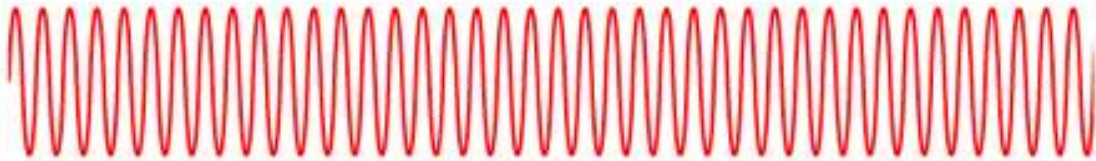
คลื่นเสียง กับ คลื่นวิทยุ เป็นคลื่นพาห้ ในเครื่องส่งวิทยุส่งออกทางสายอากาศแพร่กระจายคลื่นออกไปในอากาศ
ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

Modulator



(sound or signal wave + Radio wave)

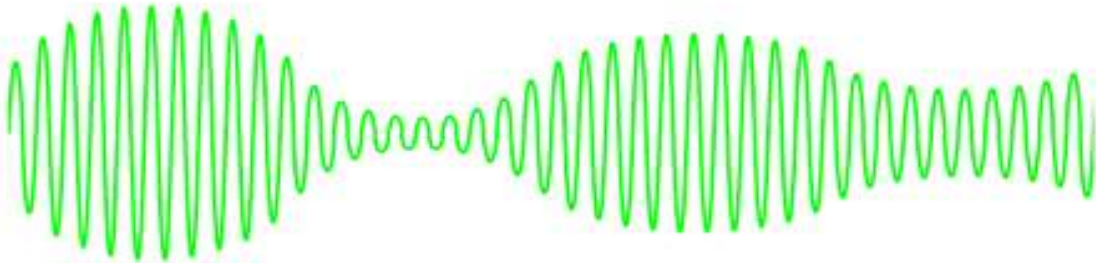
คลื่นพาห้ (RF Carrier Signal) Carrier



AM

การผสมทางความสูง

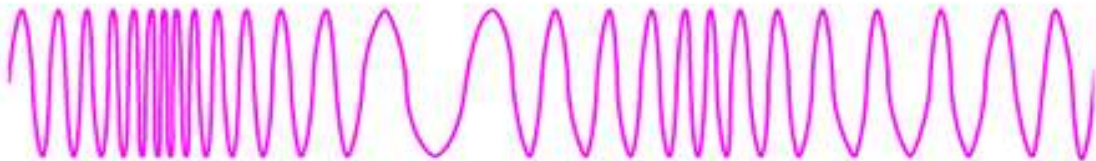
Amplitude Modulation



FM

การผสมทางความถี่

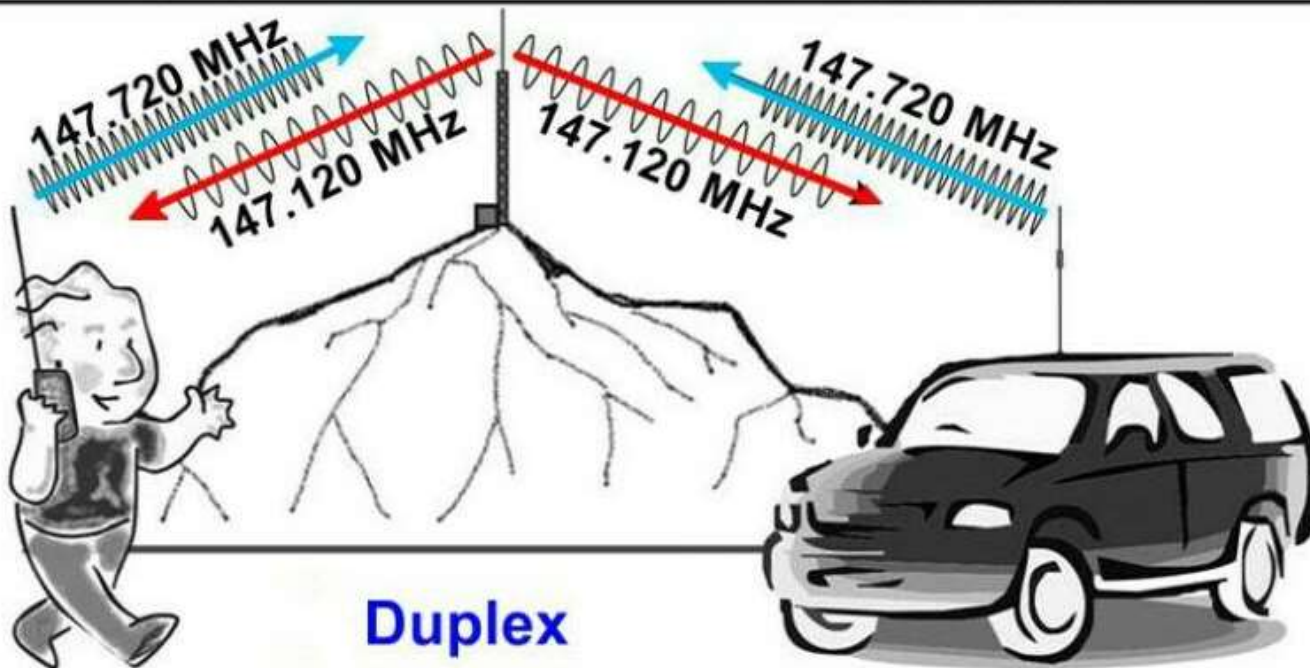
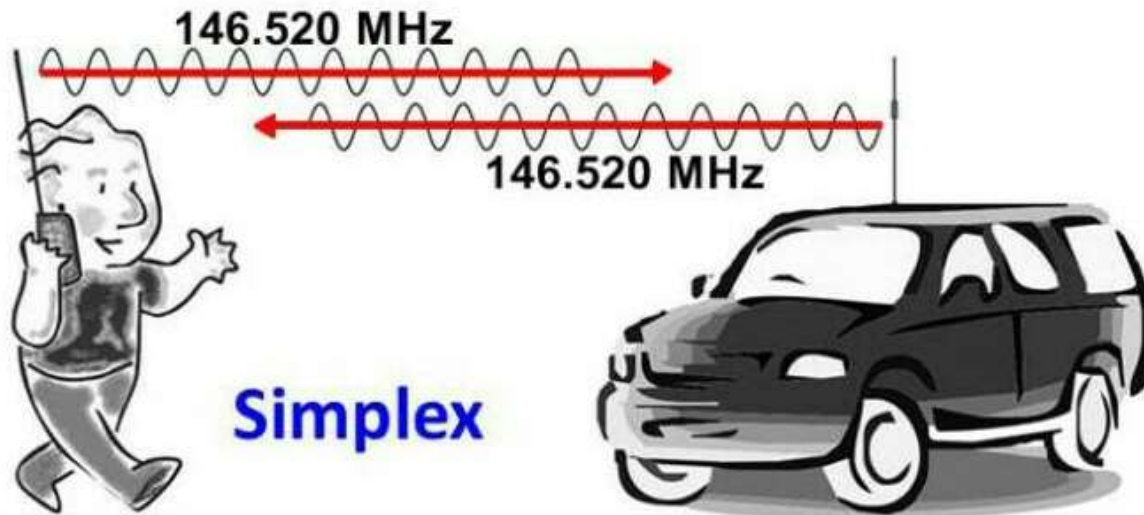
Frequency Modulation



ความแตกต่างระหว่าง AM - FM



AM	FM
Amplitude Modulation	Frequency Modulation
คุณภาพเสียงไม่ค่อยดี มีสัญญาณรบกวนมากกว่า	คุณภาพเสียงดีกว่า มีสัญญาณรบกวนน้อยกว่า
เครื่องไม่ซับซ้อน ราคาถูกกว่า	เครื่องซับซ้อน ราคาแพงกว่า
ระยะทางส่งได้ไกลกว่า	ระยะทางส่งใกล้
ใช้แบนด์วิดท์น้อยกว่า ทำให้มี ช่องสถานีมากกว่า	ใช้แบนด์วิดท์มากกว่า
ย่านความถี่ต่ำกว่า [kHz]	ย่านความถี่สูงกว่า [MHz]



Semi Duplex

-Repeater

ใช้ 2 ความถี่

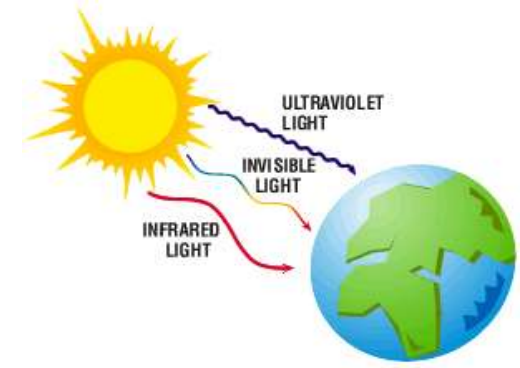
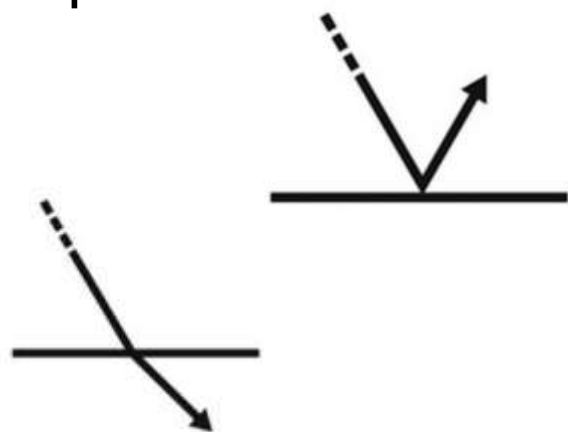
-เครื่องรับส่งวิทยุ

ใช้ 1 ความถี่



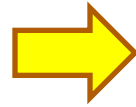
คุณสมบัติของคลื่นวิทยุเบื้องต้น

1. เดินทางเป็นเส้นตรง
2. เดินทางผ่านสุญญากาศได้
3. สะท้อนได้
4. หักเหได้
5. เคลื่อนที่ผ่านโลหะได้ยาก

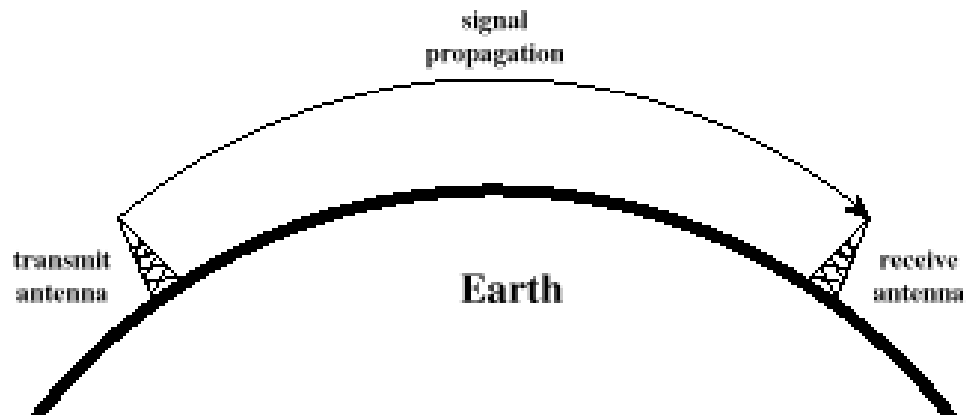




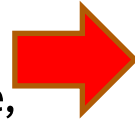
○ คลื่นดิน



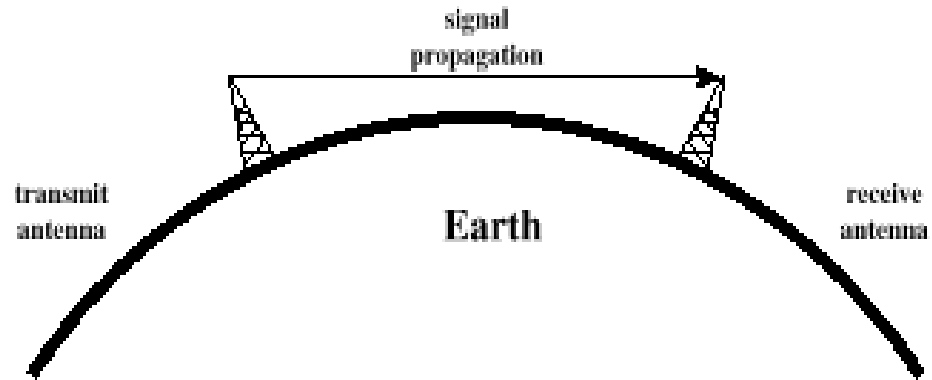
(Ground wave, Surface wave)



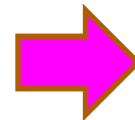
○ คลื่นตรง



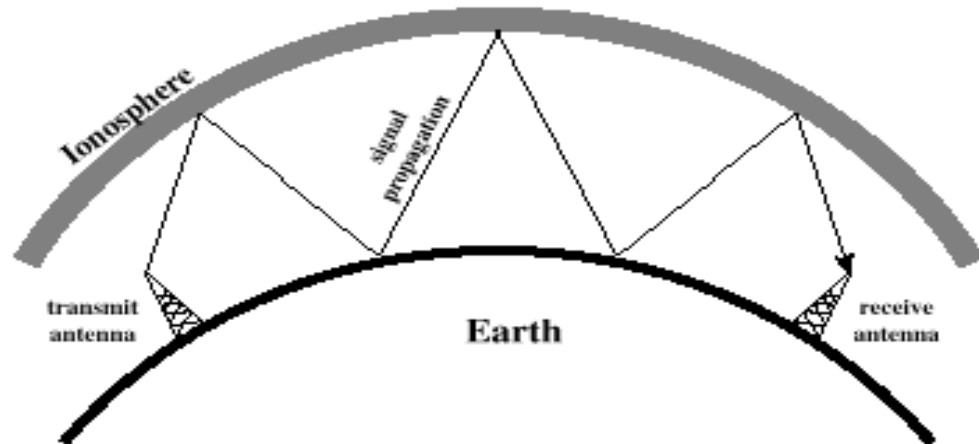
(Direct wave, Space wave, Line-of-sight propagation)



○ คลื่นฟ้า



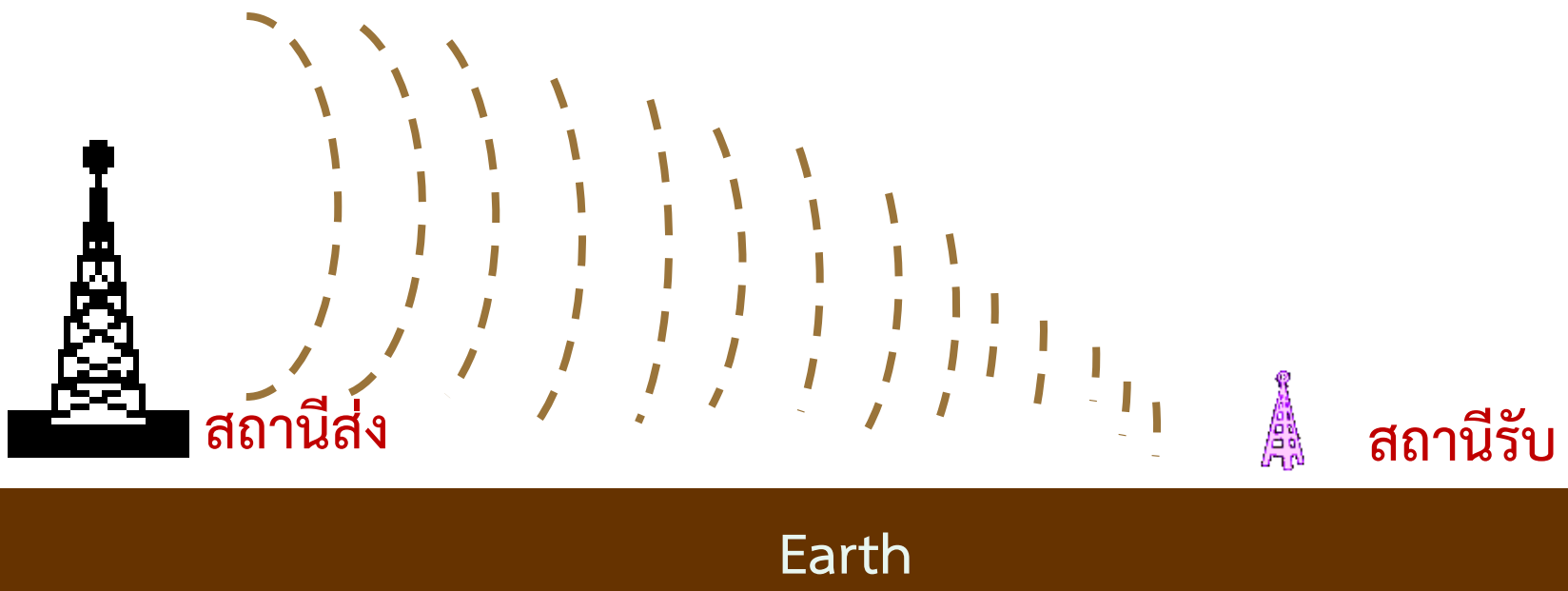
(Sky-wave, Ionosphere wave propagation)





1. คลื่นดิน (Ground Wave)

เป็นคลื่นวิทยุที่เดินทางบนผิวโลกโดยอาศัยพื้นดินเป็นสื่อ ความแรงของสัญญาณจะลดลงเรื่อยๆเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นใช้ในย่าน ความถี่ต่ำ VLF, LF, MF เช่น ใช้ในการส่งวิทยุกระจายเสียง ระบบ AM





2. คลื่นตรง (Direct Wave หรือ Space wave)

มีลักษณะการแพร่กระจายคลื่นวิทยุในระดับสายตา (Line of sight) เป็นเส้นตรง หากสภาพภูมิประเทศมีสิ่งกีดขวาง สัญญาณจะถูกลดทอน

ชั้นบรรยากาศ
โทรโปสเฟียร์

อาจเกิดปรากฏการณ์
ท่อนำคลื่น Ducting

ใช้ความถี่ย่าน VHF/ UHF

สถานีส่ง

สถานีรับ



3. คลื่นฟ้า (Sky Wave) - HF

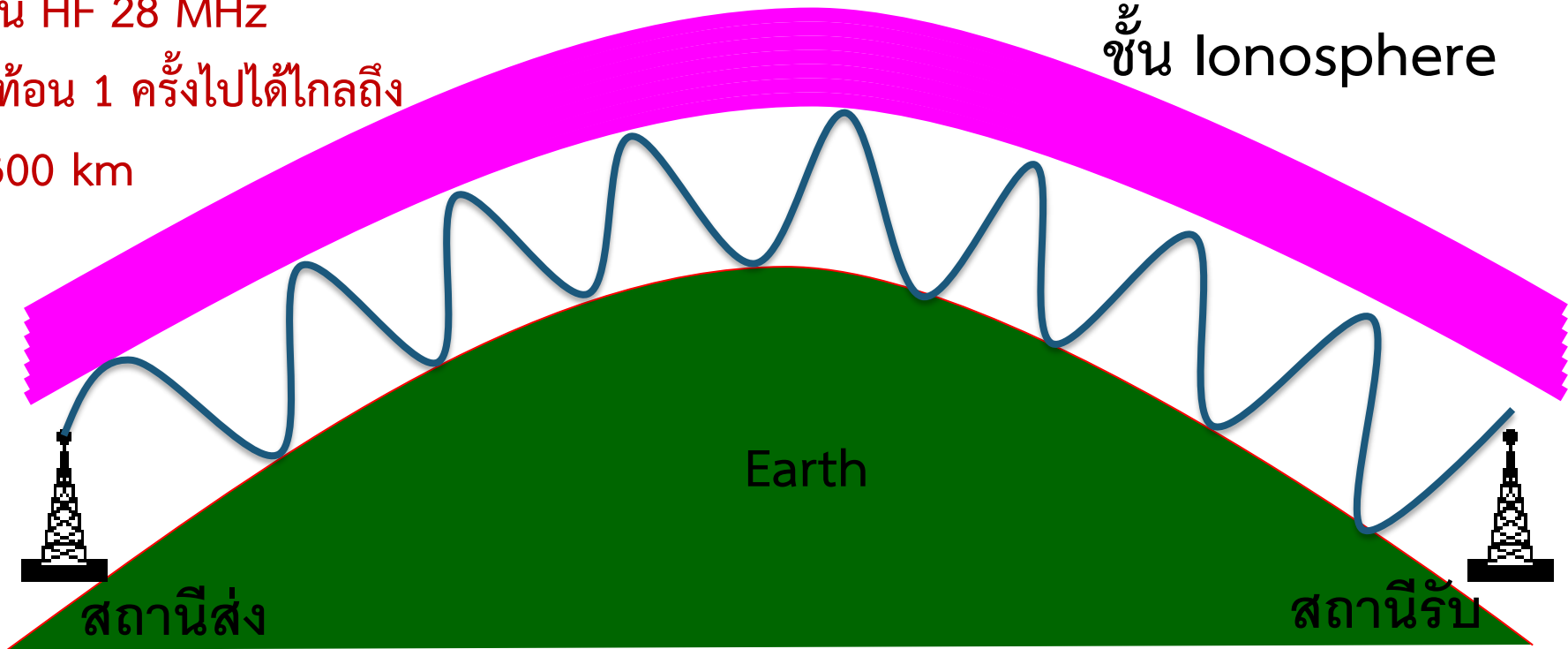
เป็นการแพร่กระจายคลื่นโดยอาศัยหลักการสะท้อนหรือหักเหของคลื่นสัญญาณ กับชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์มายังพื้นดิน ทำให้รับ-ส่งในระยะไกลสามารถติดต่อข้ามประเทศได้ เหมาะสมสำหรับการใช้ความถี่วิทยุย่าน HF

คลื่น HF 28 MHz

สะท้อน 1 ครั้งไปได้ไกลถึง

2,300 km

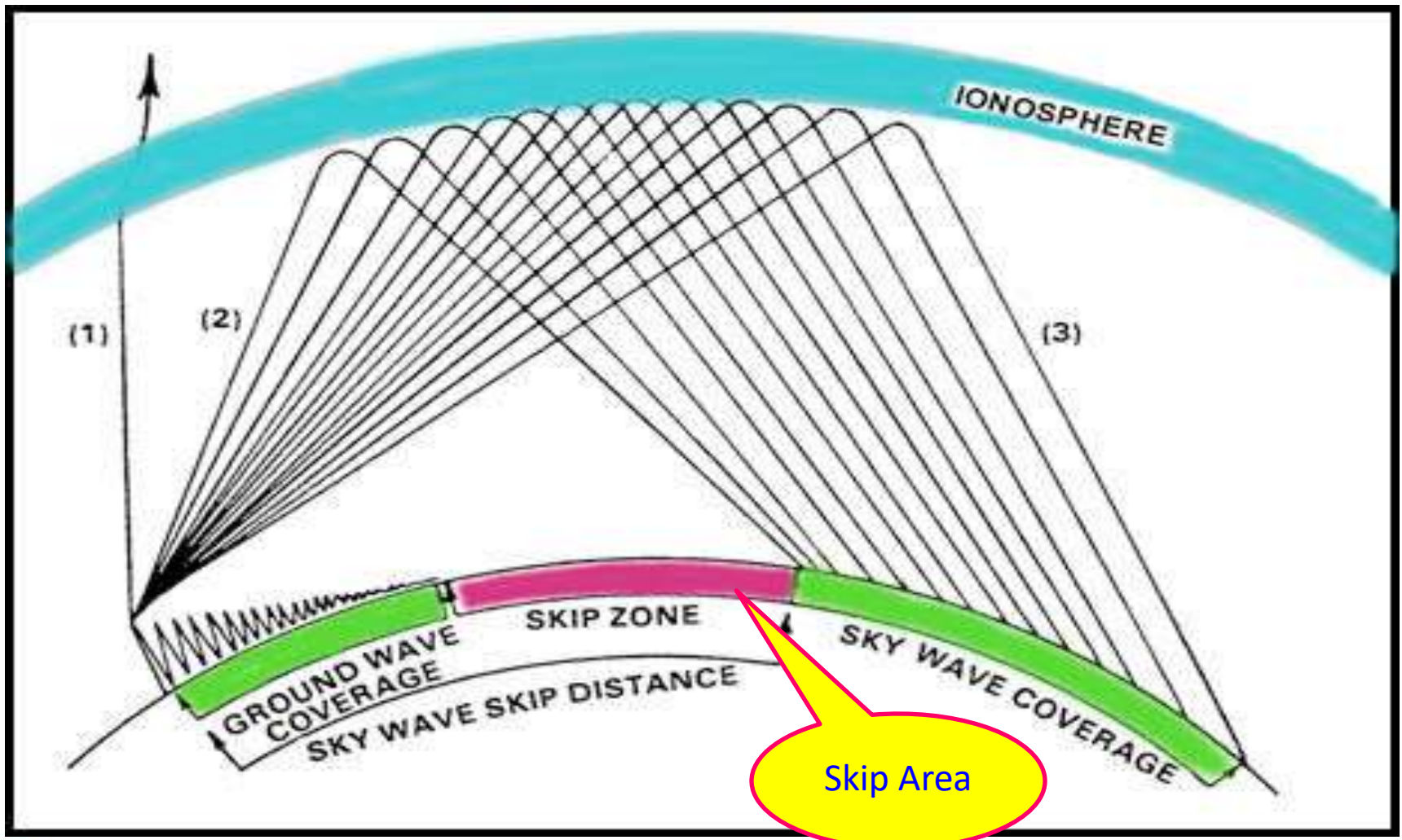
ชั้น Ionosphere





SKIP ZONE และ SKIP DISTANCE

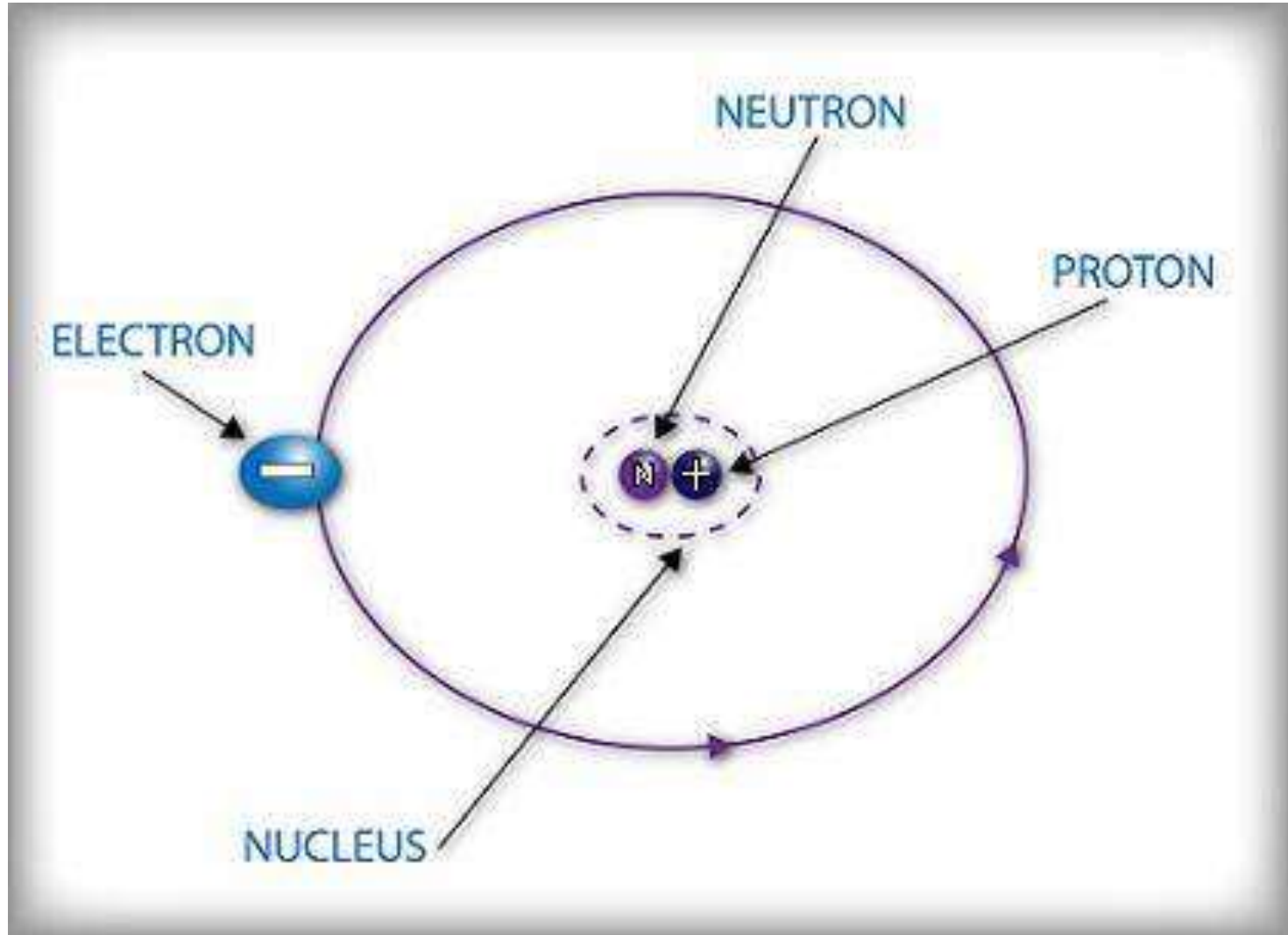
พื้นที่ที่ไม่สามารถรับสัญญาณความถี่วิทยุทั้งคลื่นดิน(GROUND WAVE) และคลื่นฟ้า(SKY WAVE) ได้



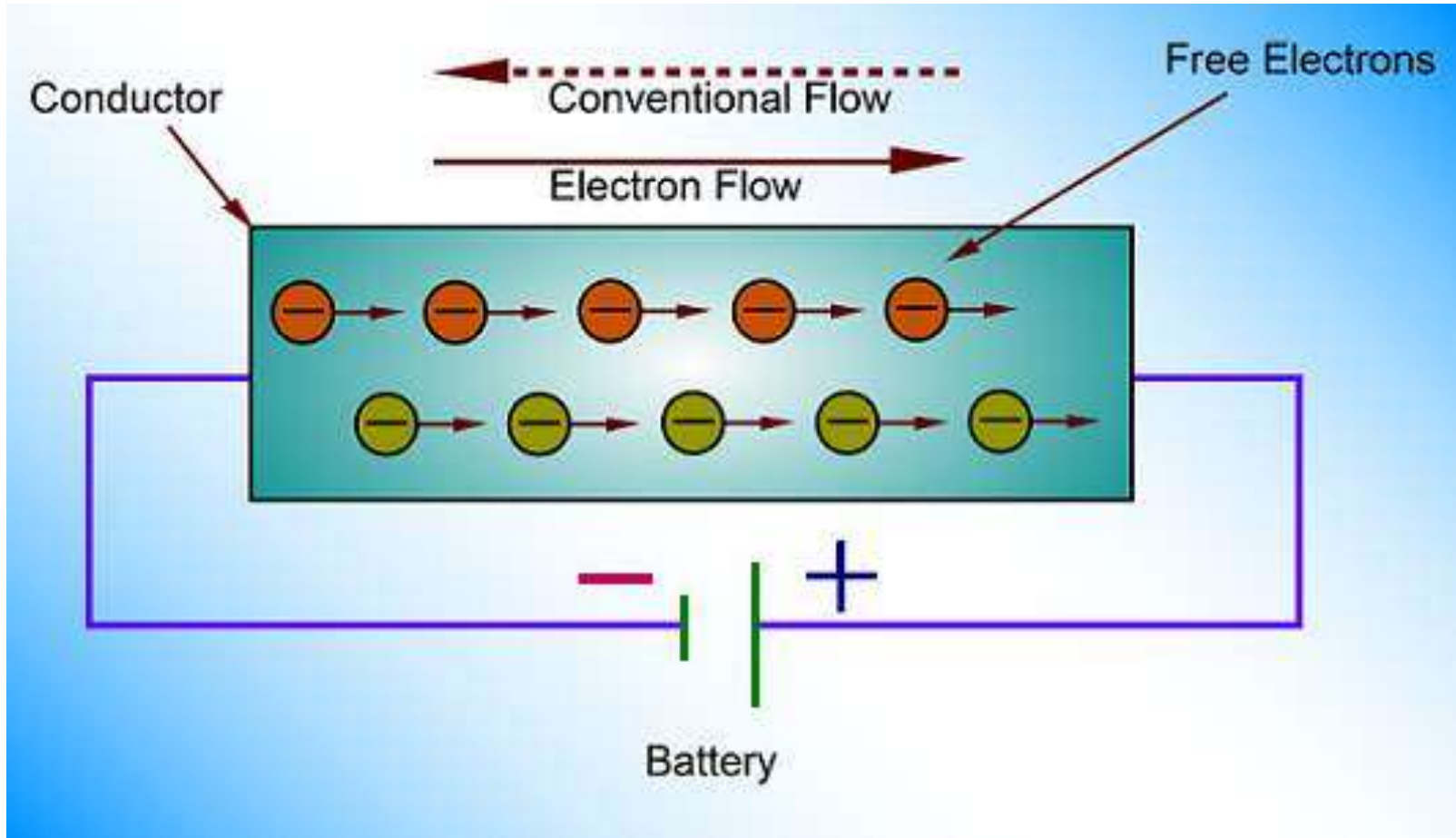


ไฟฟ้า

ไฟฟ้าคืออะไร?



ไฟฟ้าคืออะไร?

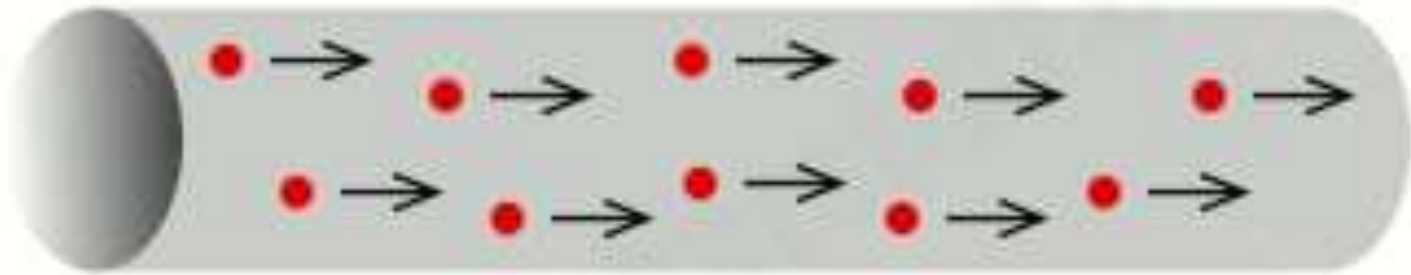


การไหลของกระแสไฟฟ้า ไหลในทิศทางข้ามกับ การไหลของอิเล็กตรอน

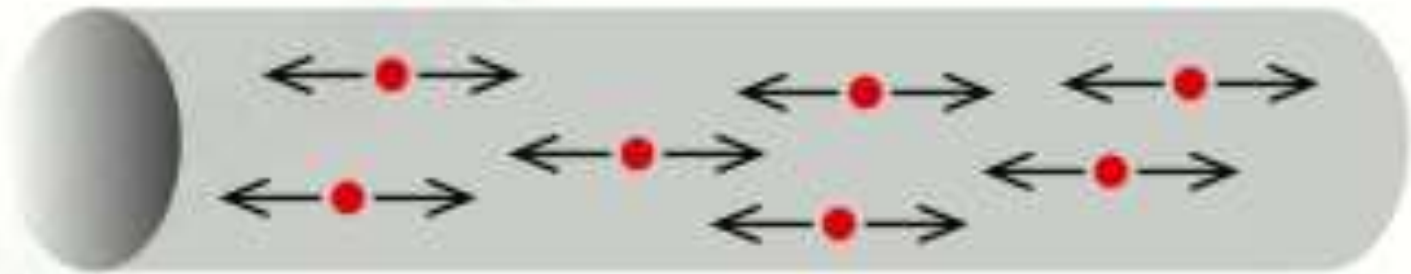
ไฟฟ้ากระแสตรง vs กระแสสลับ



Direct current (DC) กระแสตรง



Alternating current (AC) กระแสสลับ



ไฟฟ้ากระแสตรง vs กระแสสลับ

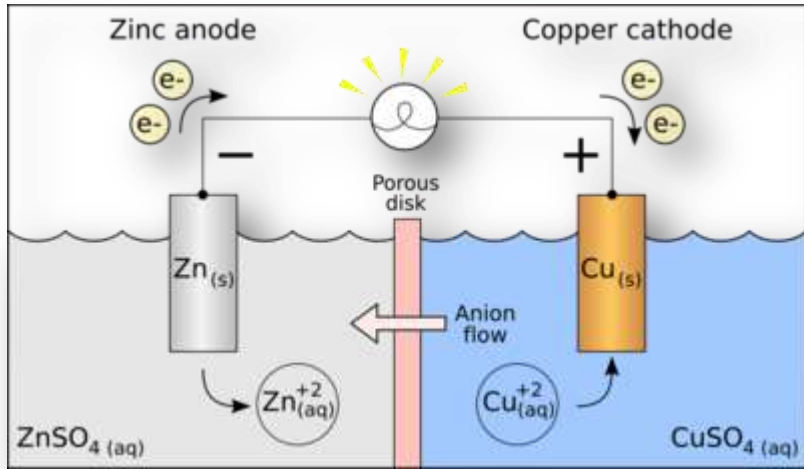


แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC)	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)
ถ่านไฟฉาย	ไดนาโมกระแสสลับ
แบตเตอรี่รถยนต์	โรงไฟฟ้า*

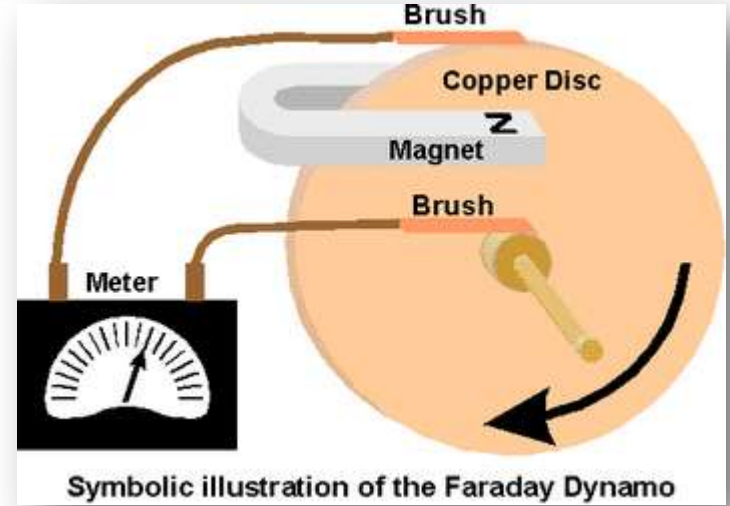
*ประเทศไทยใช้ไฟฟ้าตามบ้านเป็นกระแสสลับ
แรงดันไฟฟ้า 220 V ความถี่ 50 Hz



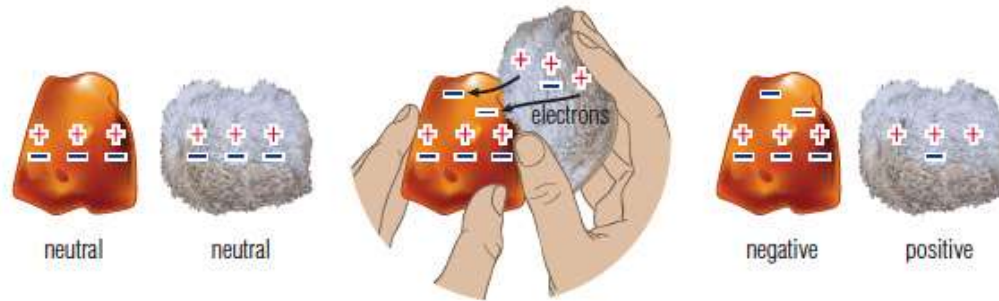
กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร



ปฏิกิริยาทางเคมี



ขดลวดตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็ก



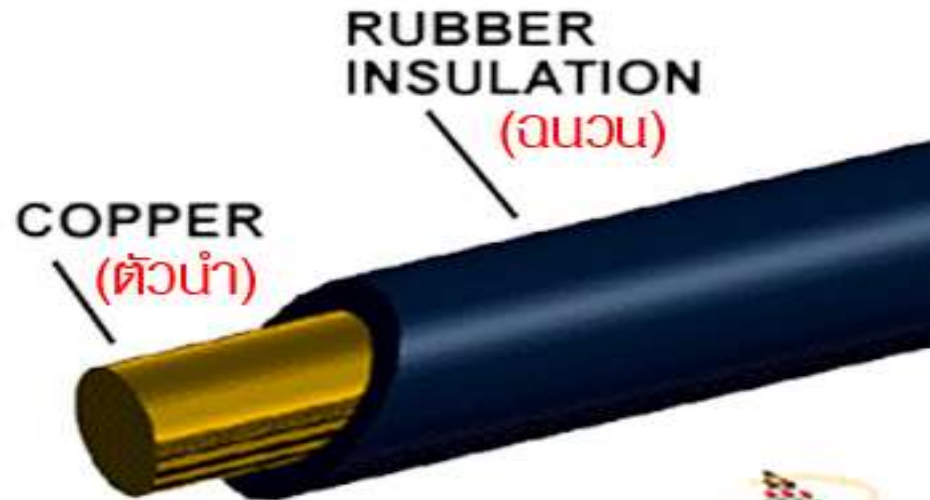
วัตถุต่างชนิดมาขัดสีกัน



ตัวนำไฟฟ้า และ ฉนวนไฟฟ้า

ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) คือ สารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดี เช่น เงิน > ทองแดง > ทองคำ > อะลูมิเนียม

ฉนวนไฟฟ้า (Insulator) คือ สารที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ เช่น แก้ว ไม้ ยาง พลาสติก น้ำบริสุทธิ์





กฎของโอห์ม

V คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์

I คือ กระแสไฟฟ้าของวงจร มีหน่วยเป็น แอมแปร์

R คือ ความต้านทานของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม



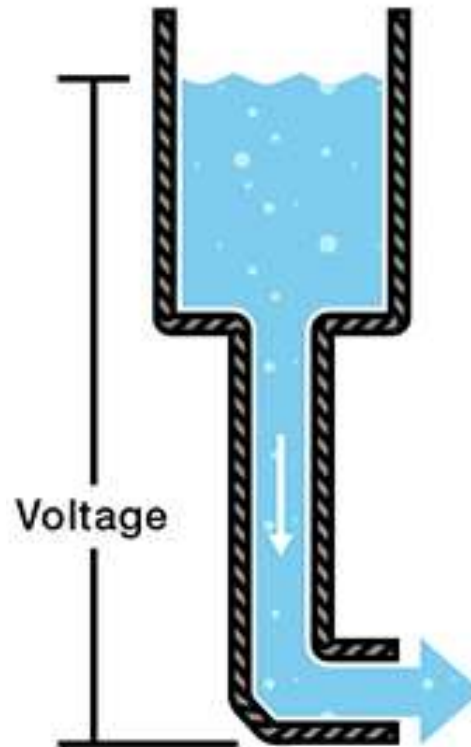
จอร์จ ซีมอน โอห์ม

Georg Simon Ohm



กฎของโอห์ม

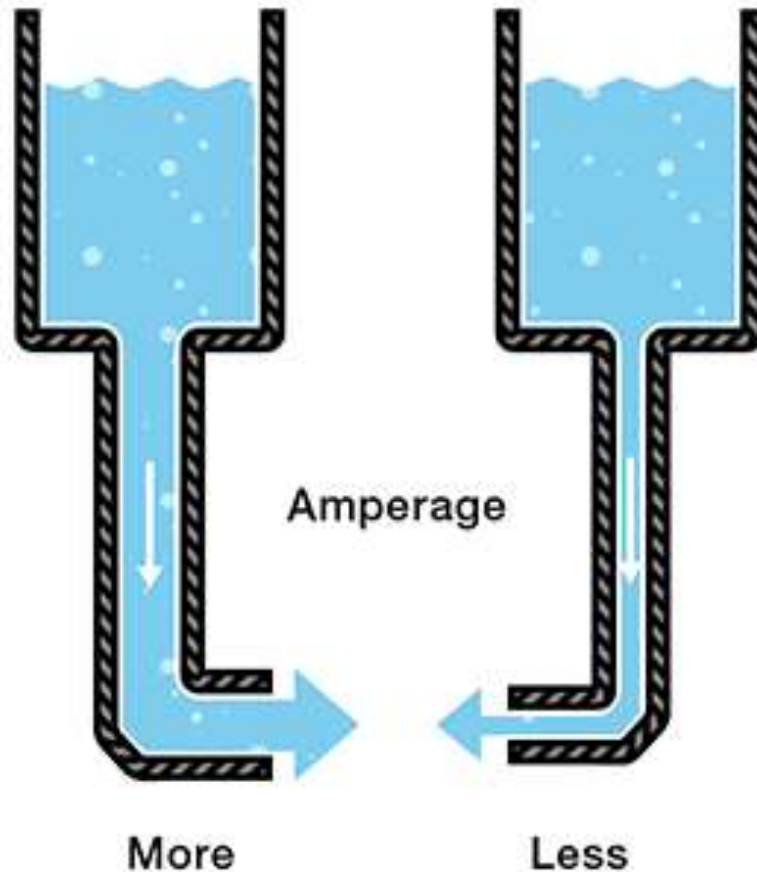
V แรงดันไฟฟ้า (บางที่อาจใช้ E : electromotive force แทน)



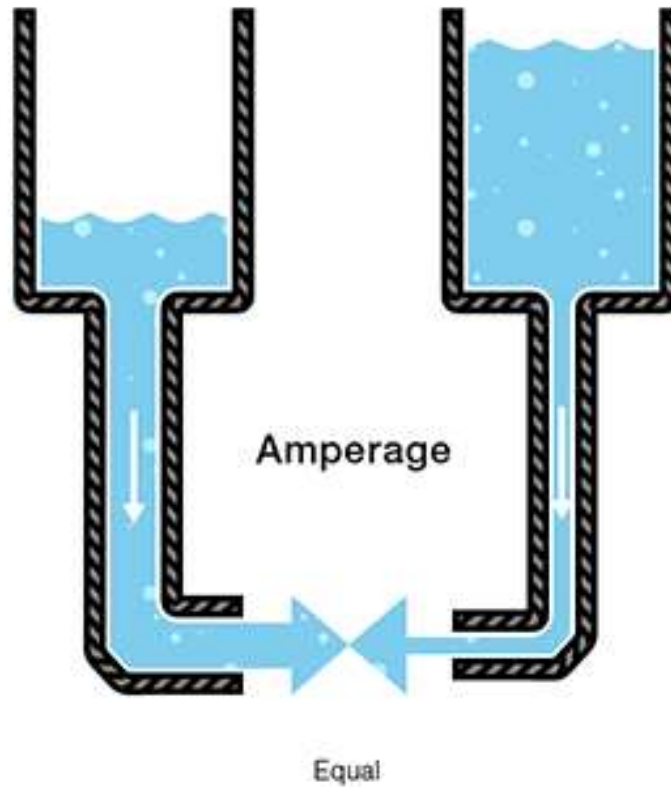


กฎของโอห์ม

I กระแสไฟฟ้าของวงจร



กฎของโอห์ม



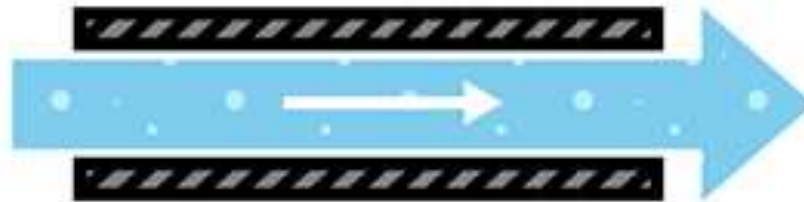


กฎของโอห์ม

R ความต้านทานของวงจร

Resistance

Less resistance



More resistance



กฎของโอห์ม



$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

กำลังไฟฟ้า (Power)



$$P \text{ [Watt]} = IV = I^2R = V^2/R$$

1 แรงม้า = 746 Watts






สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

 Electrical Wire

 Connected Wires

 Not Connected Wires

 Earth Ground

 Lamp / light bulb

 Diode

 Capacitor

 Inductor

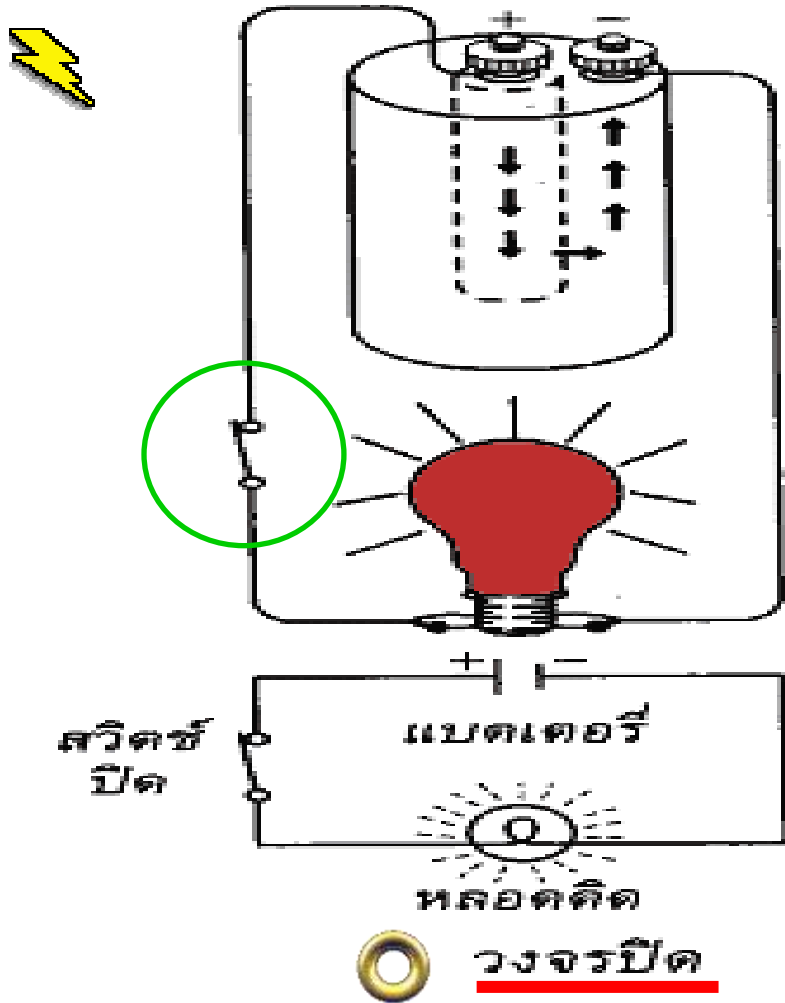
 Resistor

 DC voltage source

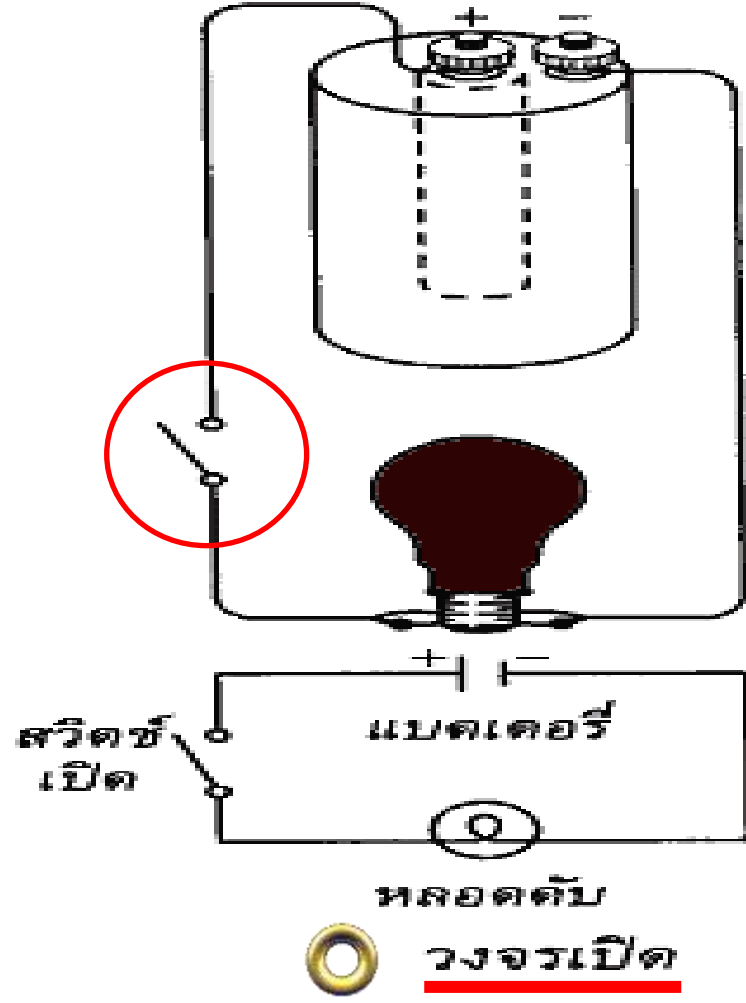
 AC voltage source



วงจรปิด vs วงจรเปิด



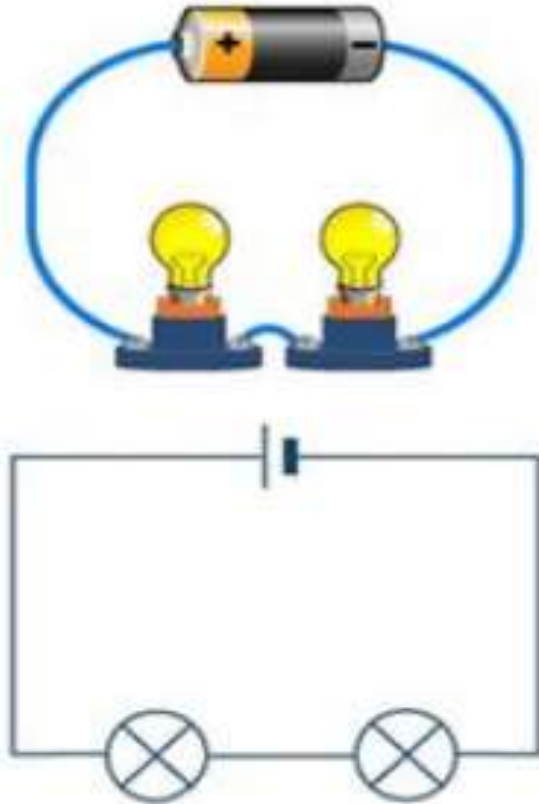
CLOSE CIRCUIT



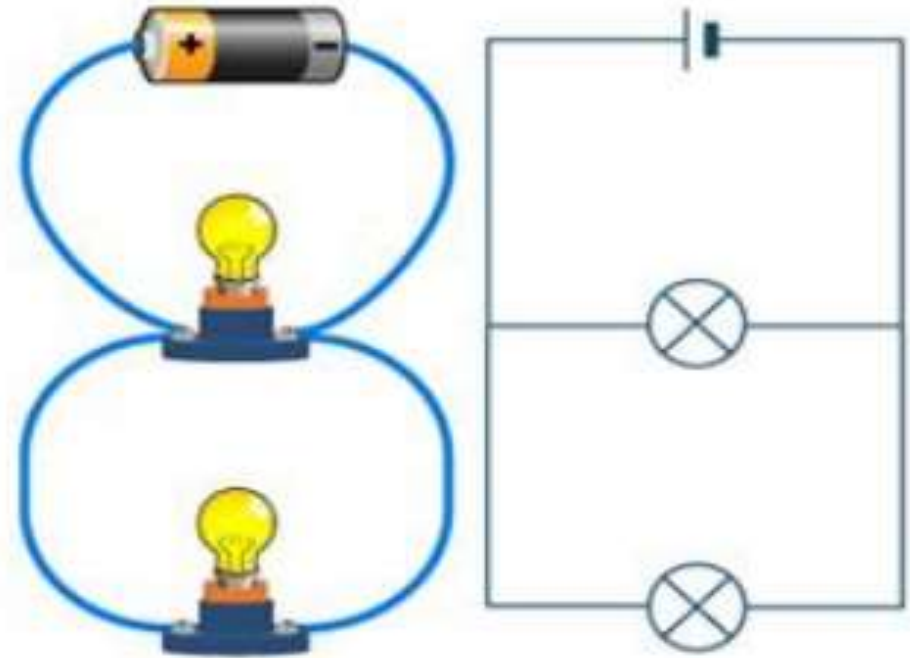
OPEN CIRCUIT



อนุกรม vs ขนาน



อนุกรม
Series Circuit



ขนาน
Parallel Circuit

เกร็ดความรู้ : อุปกรณ์ไฟฟ้าตามบ้านต่อแบบขนาน

R-L-C



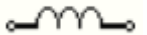
R : Resistor (รีซิสเตอร์)

= ตัวต้านทาน



L : Inductor (อินดักเตอร์)

= ตัวเหนี่ยวนำ



C : Capacitor (คาปาซิเตอร์)


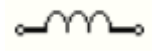
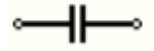
= ตัวเก็บประจุ

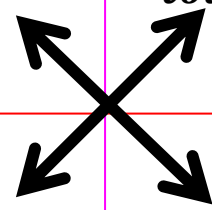


ถ้าเราใช้ Resistor ที่มีค่าทนกำลังไฟฟ้า [Watt] ต่ำกว่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในวงจร ก็อาจจะทำให้ Resistor ร้อนจนไหม้ได้



ผลรวม ความต้านทาน R / ความเหนี่ยวนำ L / ความจุไฟฟ้า C

	วงจรรอนุกรม (Series)	วงจรรขนาน (Parallel)
R : Resistance (Ω) 	$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots R_n$	$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \frac{1}{R_n}$
L : Inductance (H) 	$L_{total} = L_1 + L_2 + \dots L_n$	$\frac{1}{L_{total}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots \frac{1}{L_n}$
C : Capacitance (F) 	$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \frac{1}{C_n}$	$C_{total} = C_1 + C_2 + \dots C_n$





R - ออนุกรม



$$R_1 = 2 \Omega \quad R_2 = 4 \Omega$$

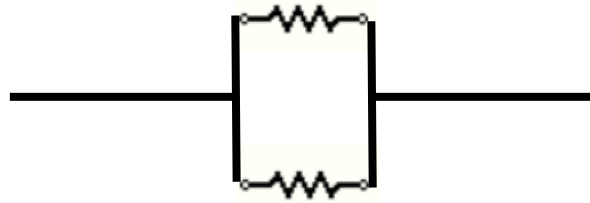


$$\begin{aligned} R_{\text{TOTAL}} &= R_1 + R_2 \\ &= 2 + 4 \\ &= 6 \Omega \end{aligned}$$

R - ขนาน



$$R_1 = 2 \Omega$$



$$R_2 = 4 \Omega$$

$$\begin{aligned} 1/R_{\text{TOTAL}} &= (1/R_1) + (1/R_2) \\ &= (1/2) + (1/4) \\ &= (2/4) + (1/4) = 3/4 \end{aligned}$$

$$R_{\text{TOTAL}} = 4/3 \Omega$$

C - อนุกรม



$$C_1 = 2 \text{ F}$$

$$C_2 = 4 \text{ F}$$

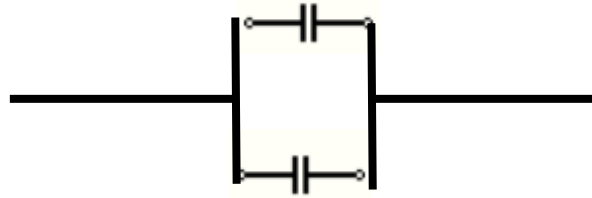


$$\begin{aligned} 1/C_{\text{TOTAL}} &= (1/C_1) + (1/C_2) \\ &= (1/2) + (1/4) \\ &= (2/4) + (1/4) = 3/4 \\ C_{\text{TOTAL}} &= 4/3 \text{ F (Farad)} \end{aligned}$$

C - ขนาน



$$C_1 = 2 \text{ F}$$



$$C_2 = 4 \text{ F}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{TOTAL}} &= C_1 + C_2 \\ &= 2 + 4 \\ &= 6 \text{ F} \end{aligned}$$

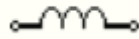


ความต้านทาน (R-L-C)



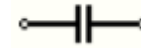
R

Resistance



X_L, X_L

Inductive
Reactance



X_C, X_C

Capacitive
Reactance



AC [f]

สูตรการหาค่าความต้านทานของ C และ L (X_C , X_L)



X_C (CAPACITIVE REACTANCE) คือ ความต้านทานของ C (ตัวเก็บประจุ Capacitor) ที่มีต่อไฟกระแสสลับ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

ความถี่สูงขึ้น ความต้านทานจะลดลง
 f ↑ , X_C ↓

X_C = ค่า capacitive reactance มีหน่วยเป็น ohms

f = ค่าความถี่มีหน่วยเป็น Hertz

C = ค่าความจุของคาปาซิเตอร์ มีหน่วยเป็น Farads

π = 3.1416

X_L (INDUCTIVE REACTANCE) คือ ความต้านทานของ L (ขดลวด Inductor) ที่มีต่อไฟกระแสสลับ

$$X_L = 2\pi f L$$

ความถี่สูงขึ้น ความต้านทานจะสูงขึ้น
 f ↑ , X_L ↑

X_L = ค่า inductive reactance มีหน่วยเป็น ohms

f = ค่าความถี่มีหน่วยเป็น Hertz

L = ค่าความเหนี่ยวนำ มีหน่วยเป็น Henrys

π = 3.1416



อิมพีแดนซ์ (IMPEDANCE : Z)

R

Resistance

X_L, X_L

Inductive
Reactance

X_C, X_C

Capacitive
Reactance

Resistance Reactance

$$Z = R + X_L + X_C \quad [\Omega]$$

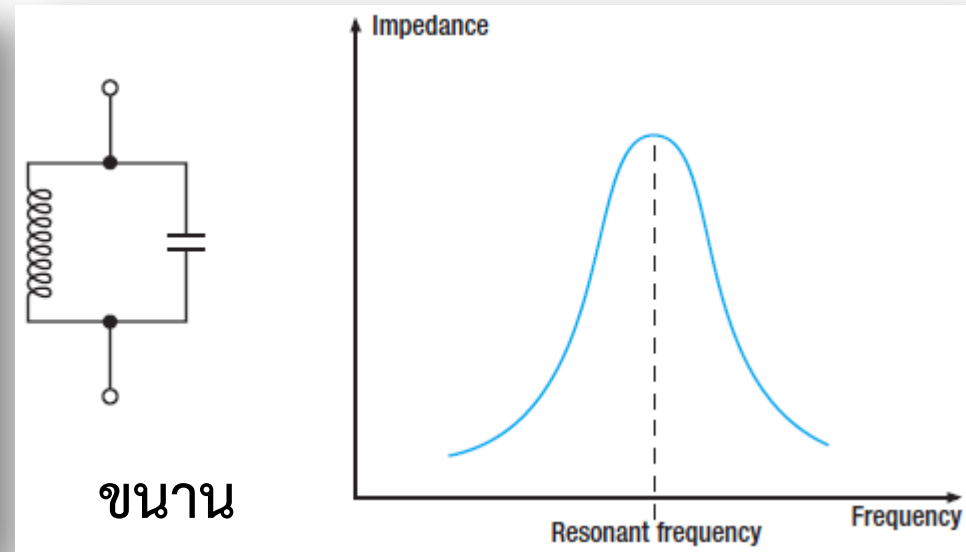
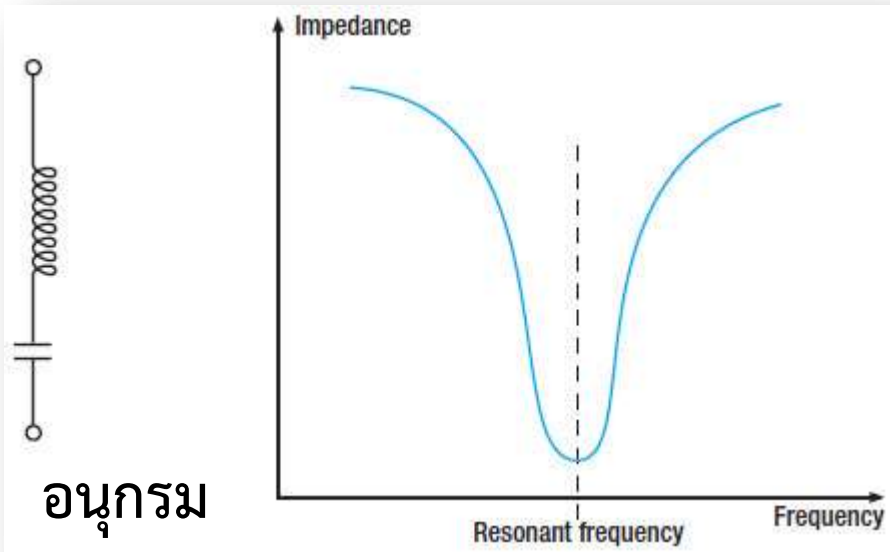
สายอากาศ, สายนำสัญญาณ มีโครงสร้างเป็นวงจรสมมูล RLC



ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance : F)

เมื่อเราป้อนความถี่หนึ่งเข้าไปให้กับ L และ C ที่ต่อร่วมกัน ทำให้ ค่าความต้านทาน(REACTANCE) $X_L = X_C$ เรียกว่า ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance)

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{0.159}{\sqrt{LC}}$$



กระแสไฟฟ้าไหลได้มากที่สุด

กระแสไฟฟ้าไหลได้น้อยที่สุด



หลอดสุญญากาศ (vacuum tube)

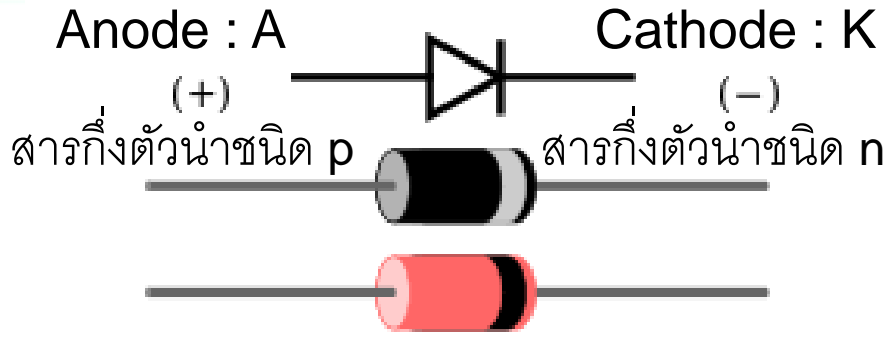
หลอดสุญญากาศ อาศัยหลักการทำงานของอิเล็กตรอนในสุญญากาศ โดยการให้ความร้อนเพื่อให้เกิดการปลดปล่อยอิเล็กตรอน สามารถนำไปใช้ประโยชน์หลายกรณี เช่น ขยายแรงดันไฟฟ้า, เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง, ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่



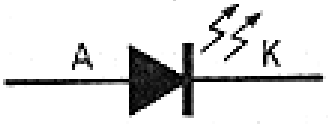


อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (สารกึ่งตัวนำ : ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านแบบมีเงื่อนไข)

ไดโอด



ไดโอดเปล่งแสง

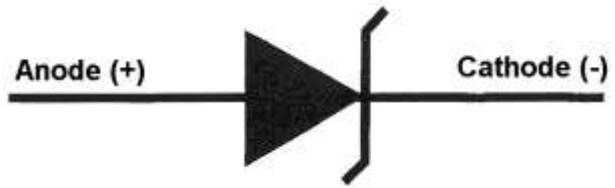


(Light Emitting Diode : LED)



ซีเนอร์ไดโอด

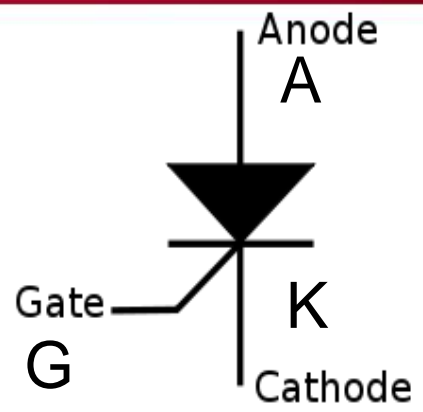
(Zener Diode)



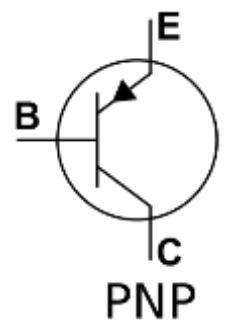
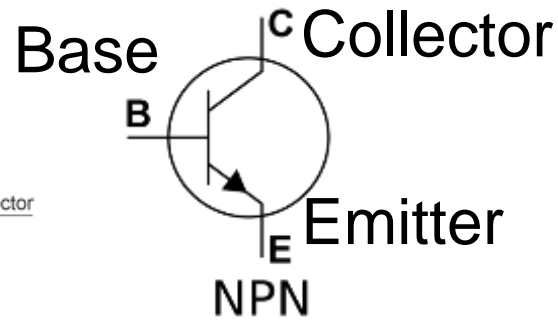
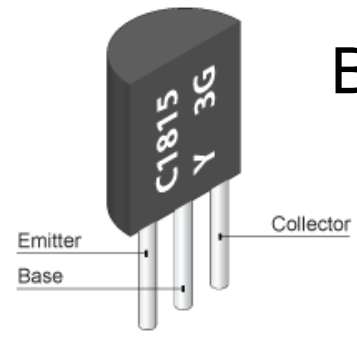


อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (สารกึ่งตัวนำ : ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านแบบมีเงื่อนไข)

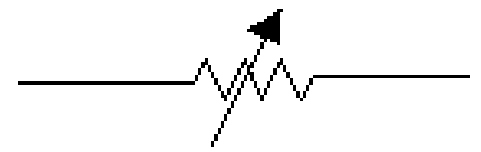
เอส ซี อาร์



ทรานซิสเตอร์



ตัวต้านทานปรับค่าได้

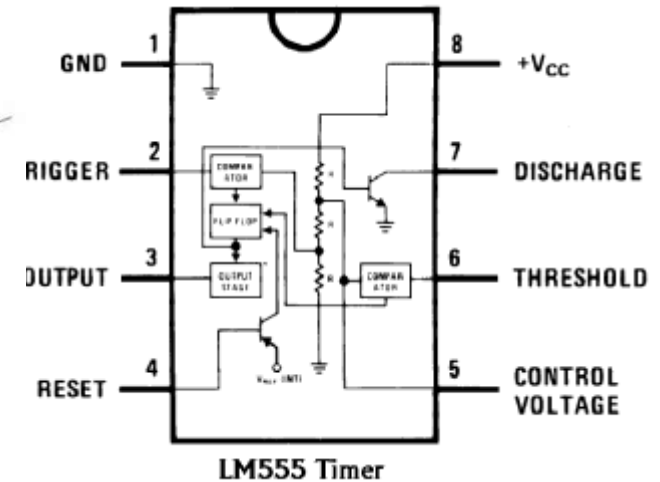
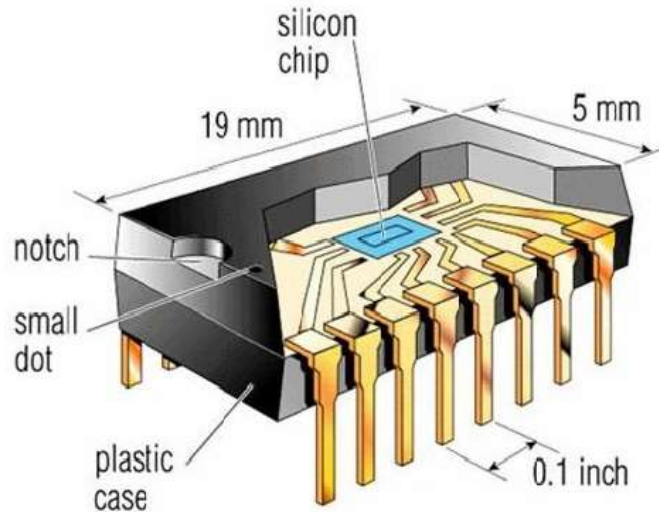




อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (สารกึ่งตัวนำ)

อินทิเกรตเซอร์กิต IC : Integrated Circuit

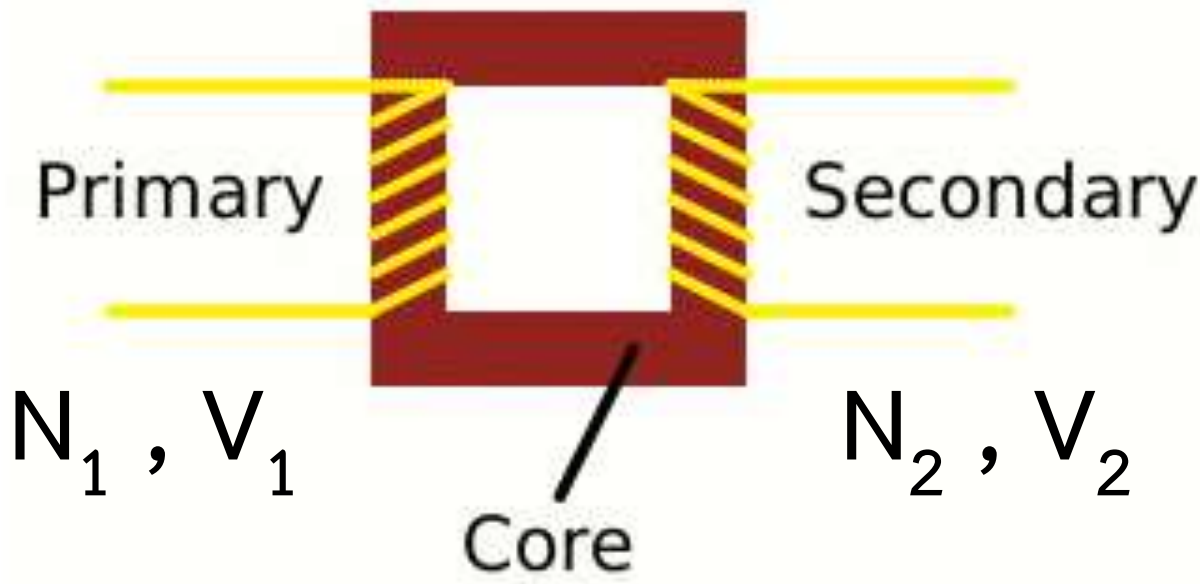
เป็นวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีอุปกรณ์ต่อรวมกันอยู่ ประกอบด้วย ไดโอด (D) ทรานซิสเตอร์ (TR) และ ตัวต้านทาน (R)



หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer)

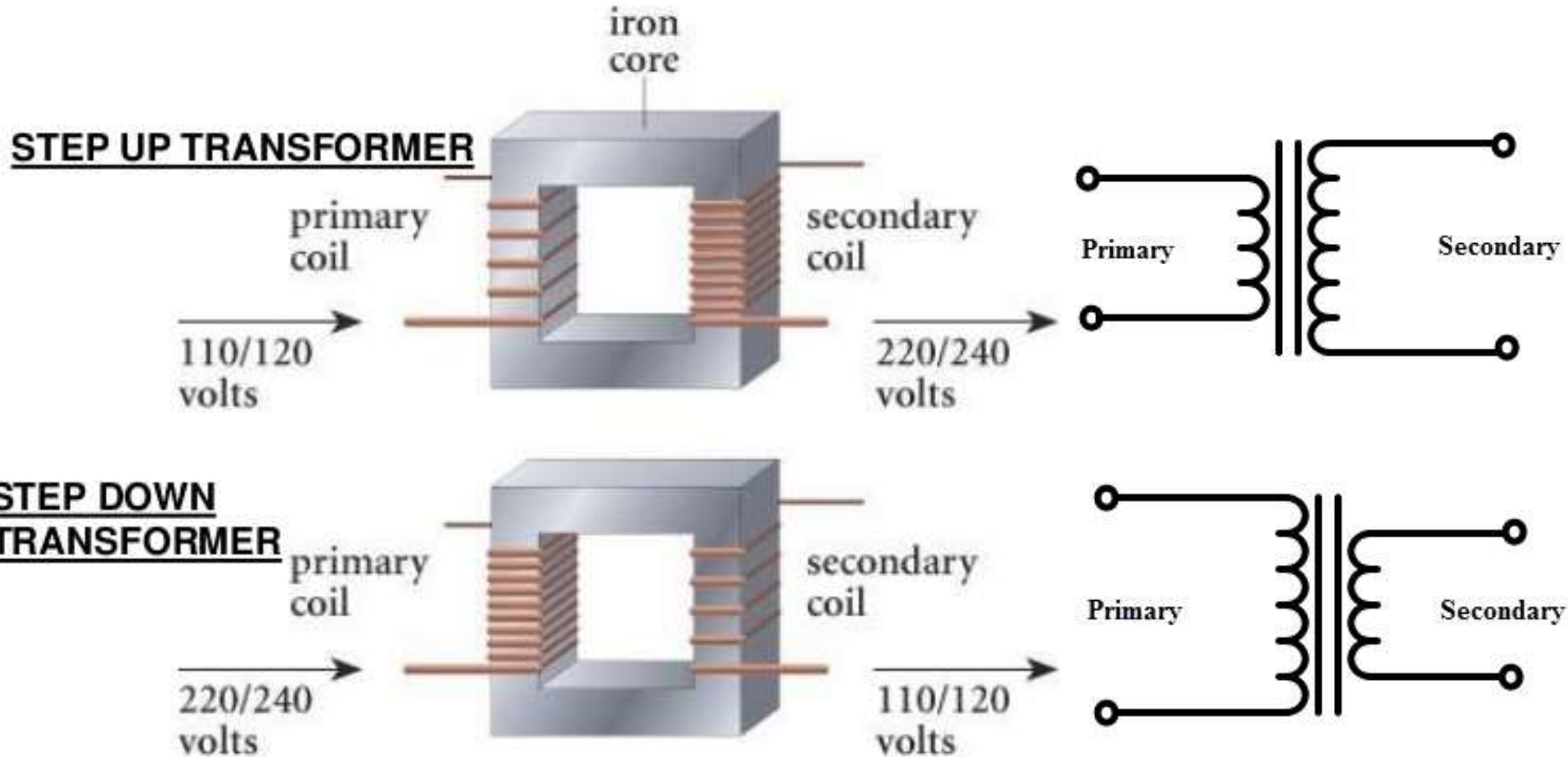


เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า สามารถ
เปลี่ยนขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

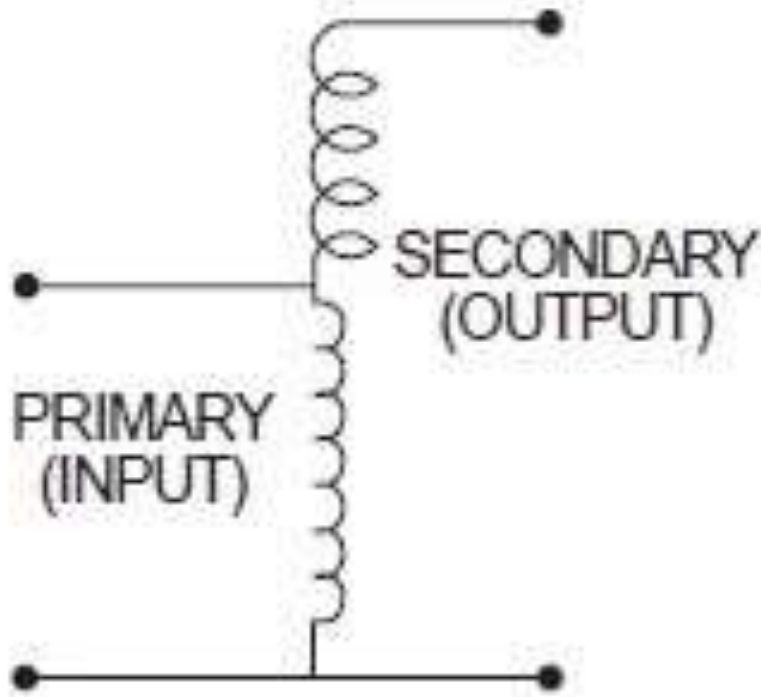


$$\begin{aligned} N_1 : N_2 \\ = \\ V_1 : V_2 \end{aligned}$$

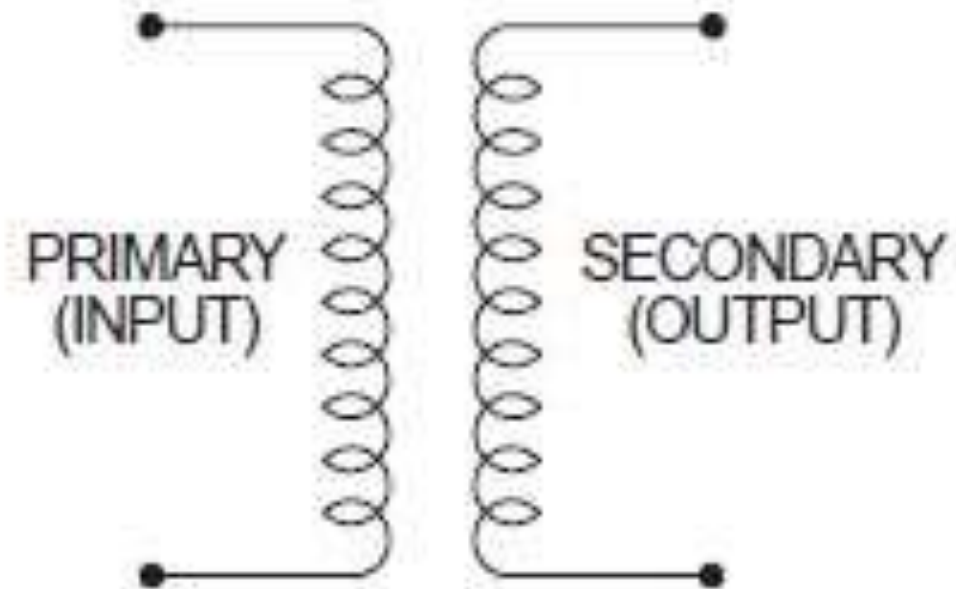
หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer)



หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer)



AUTOTRANSFORMER



ISOLATION
TRANSFORMER
(ALSO CALLED
"INSULATING TRANSFORMER")



เครื่อง



เครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์

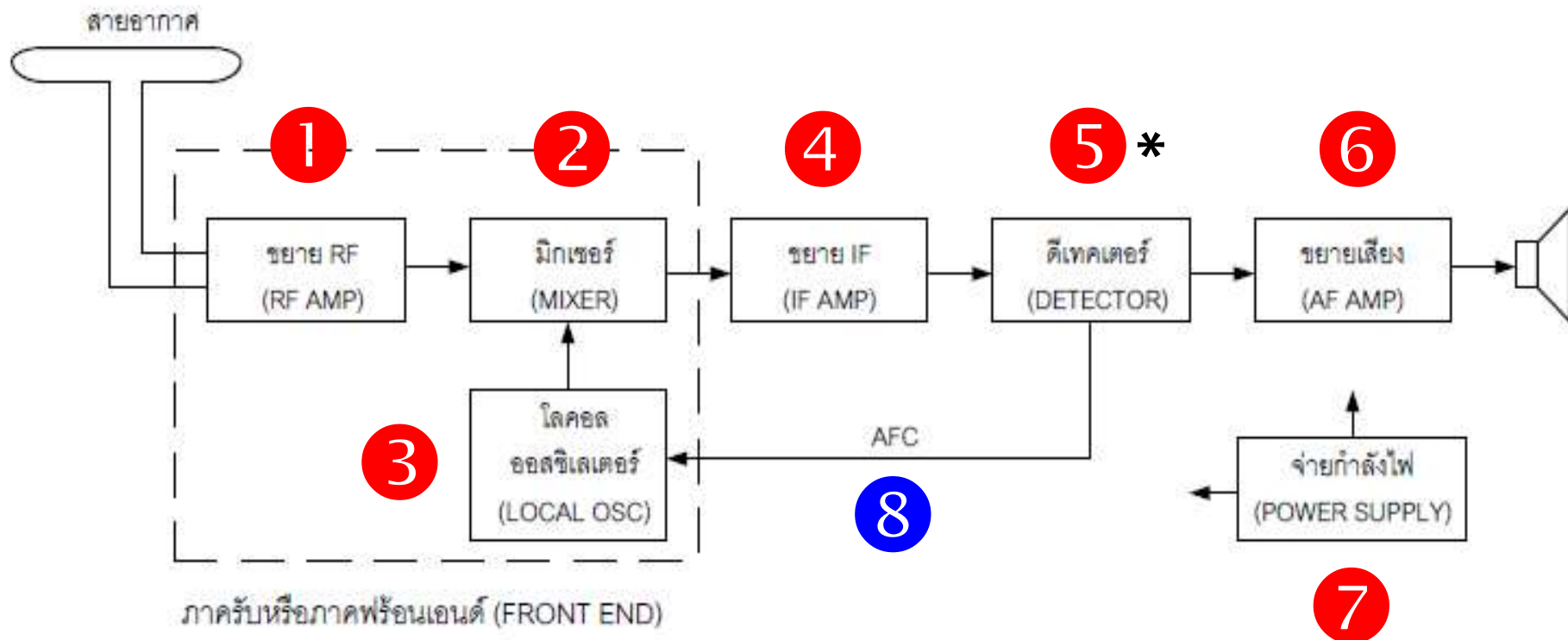
1. เครื่องวิทยุคมนาคม (Transceiver)
2. สายอากาศ (Antenna)
3. สายนำสัญญาณ (Signal cable)
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply)



บล็อกไดอะแกรมเครื่องวิทยุคมนาคม Superheterodyne



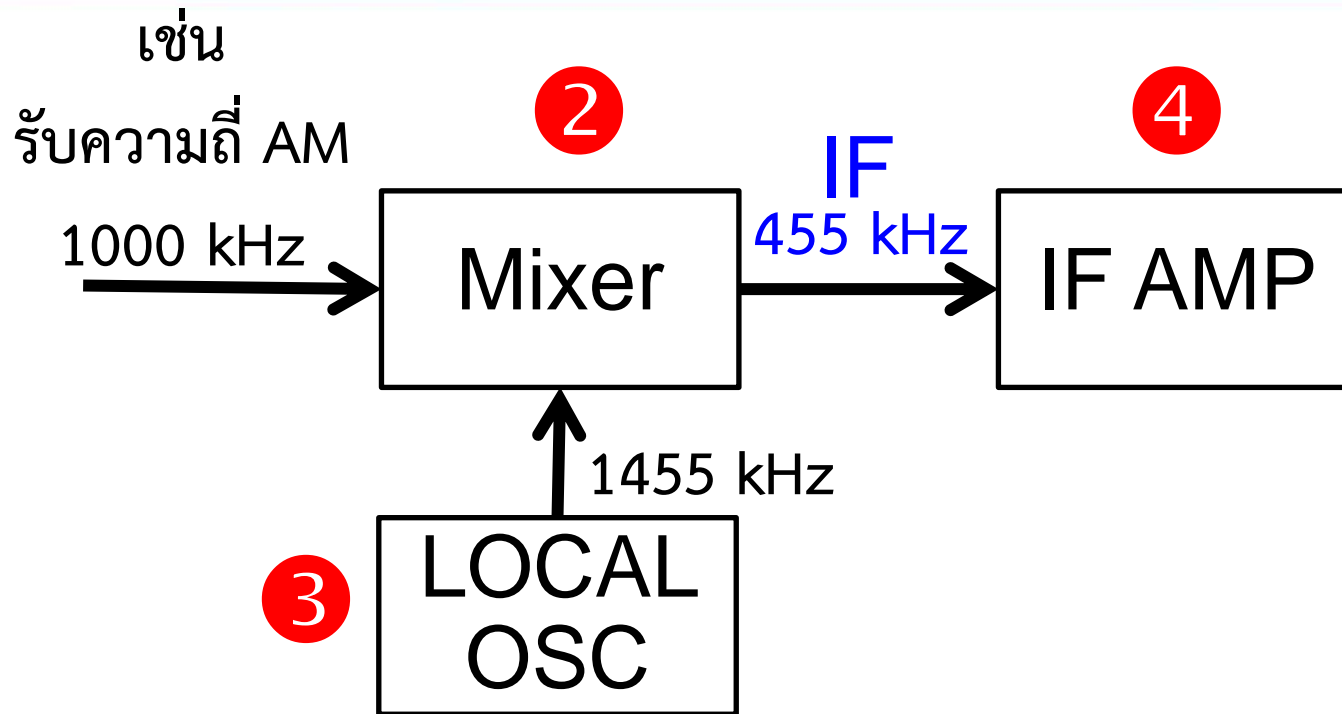
เครื่องรับวิทยุ Superheterodyne พัฒนาให้ดีกว่าเครื่องรับวิทยุแบบเลือกรับความถี่ TRF (Tuned Radio Frequency) โดยเพิ่มภาค IF ทำให้มีความสามารถในการแยกสถานีได้ดีกว่า



* ภาค Detector บางทีในเครื่องรับวิทยุ FM ก็เรียกว่า ภาค Discriminator



ความถี่ไอเอฟ (IF : Intermediate frequency)



ความถี่ IF ที่นิยม

Superheterodyne FM : IF = 10.7 MHz

Superheterodyne AM : IF = 455 kHz

เครื่องขยายสัญญาณวิทยุ (RF Booster) 1



เป็นเครื่องขยายสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Power Amplifier)
เพื่อกระจายสัญญาณให้เพิ่มขึ้นในการติดต่อสื่อสาร

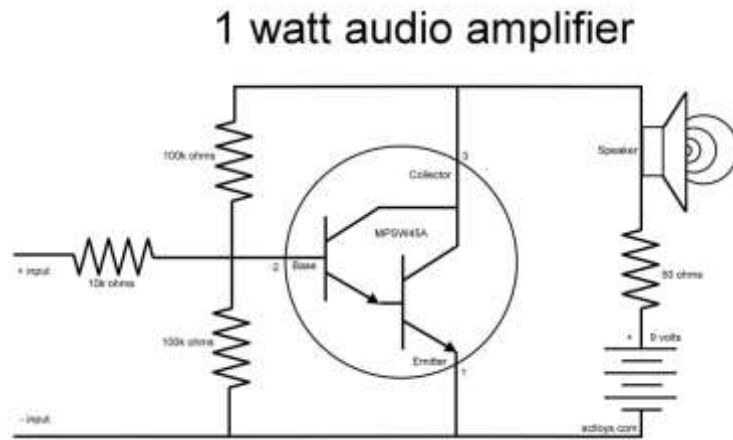


RF Booster 1 Watt





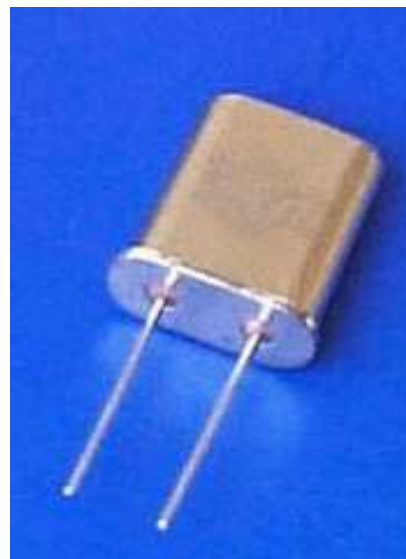
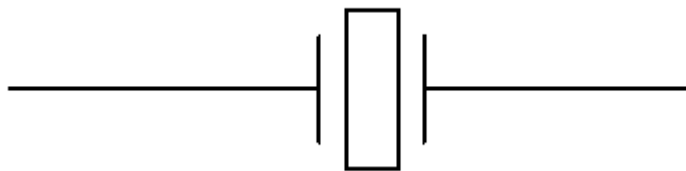
อยู่ในวงจรวิทยุคมนาคมขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้น



แร่บังคับความถี่ (CRYSTAL) 3

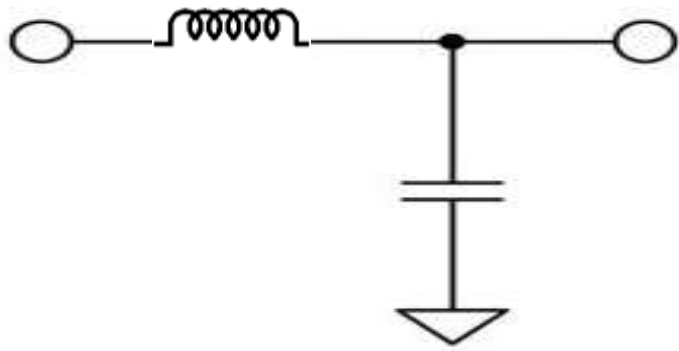


แร่บังคับความถี่ ให้กำเนิดความถี่เฉพาะค่าหนึ่งเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า ใช้ในเครื่องวิทยุฯ แบบสังเคราะห์ความถี่ (Synthesizer) สามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายความถี่ตามการใช้งาน อยู่ในวงจรอาร์เอฟออสซิลเลเตอร์ (RF Oscillator)



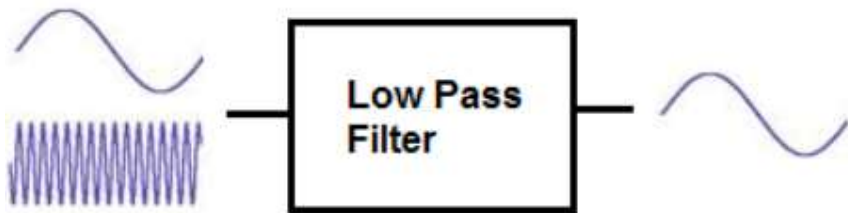


วงจรกรองความถี่วิทยุ (R-L-C)

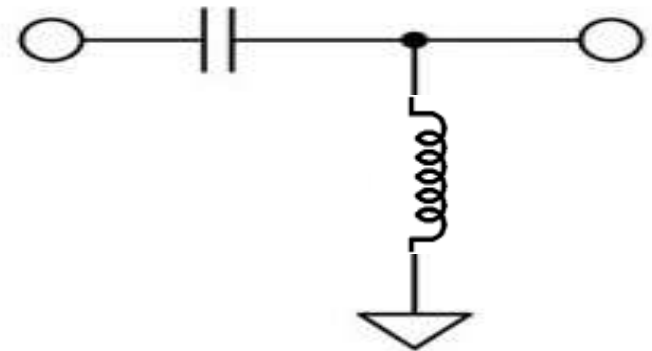


(A)
LOWPASS

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
(Low Pass Filter)

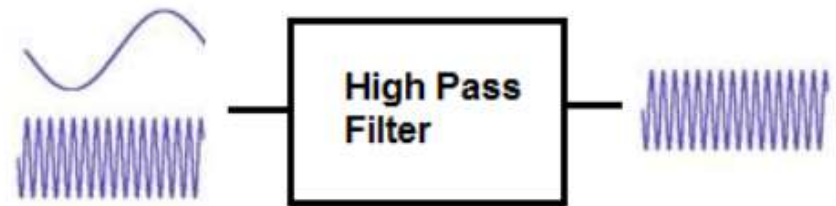


ใช้ในภาค Power Supply ด้วย



(B)
HIGHPASS

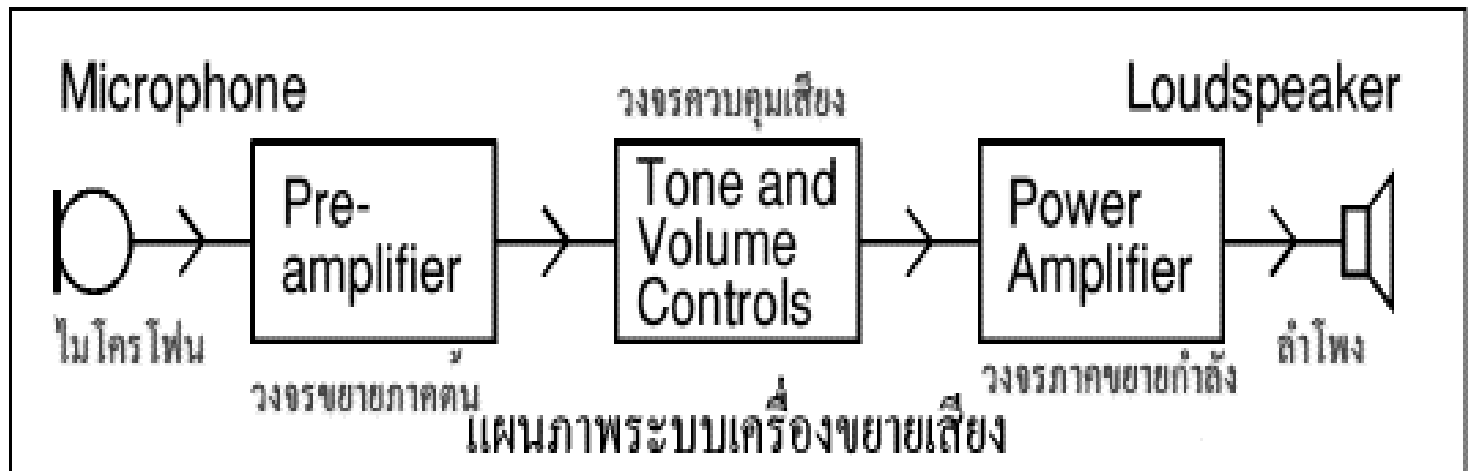
วงจรกรองความถี่สูงผ่าน
(High Pass Filter)



ไมโครโฟน (Microphone)



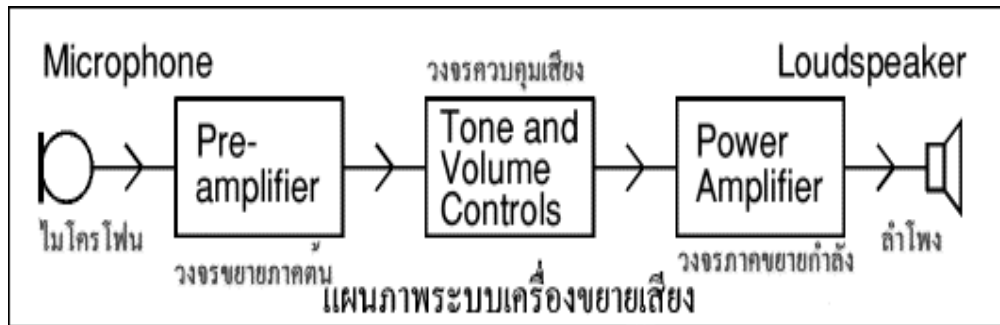
แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า



ลำโพง (Speaker)



แปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง

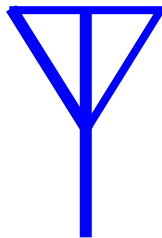


1. ลำโพง ชนิดเสียงแหลม ทวีตเตอร์ (TWEETER)
2. ลำโพง ชนิดเสียงกลาง มิดเรนจ์ (MIDRANGE)
3. ลำโพง ชนิดเสียงทุ้ม วูฟเฟอร์ (WOOFER)



สายอากาศ (Antenna) เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. แบบรอบตัว (Omni-directional) เช่น Whip, Telescopic, Quarter Wave Ground Plane
2. แบบบังคับทิศทาง (Directional) เช่น Dipole, Log-Periodic, Yagi-Uda





สายอากาศแบบ วิป(Whip) เทเลสโคปิก (Telescopic)



Whip



Telescopic



สายอากาศแบบ Quarter Wave Ground Plane



Quarter Wave Ground Plane



สายอากาศแบบ ไดโพล (Dipole)



Dipole



Folded Dipole



สายอากาศแบบ Log-periodic



Log-periodic

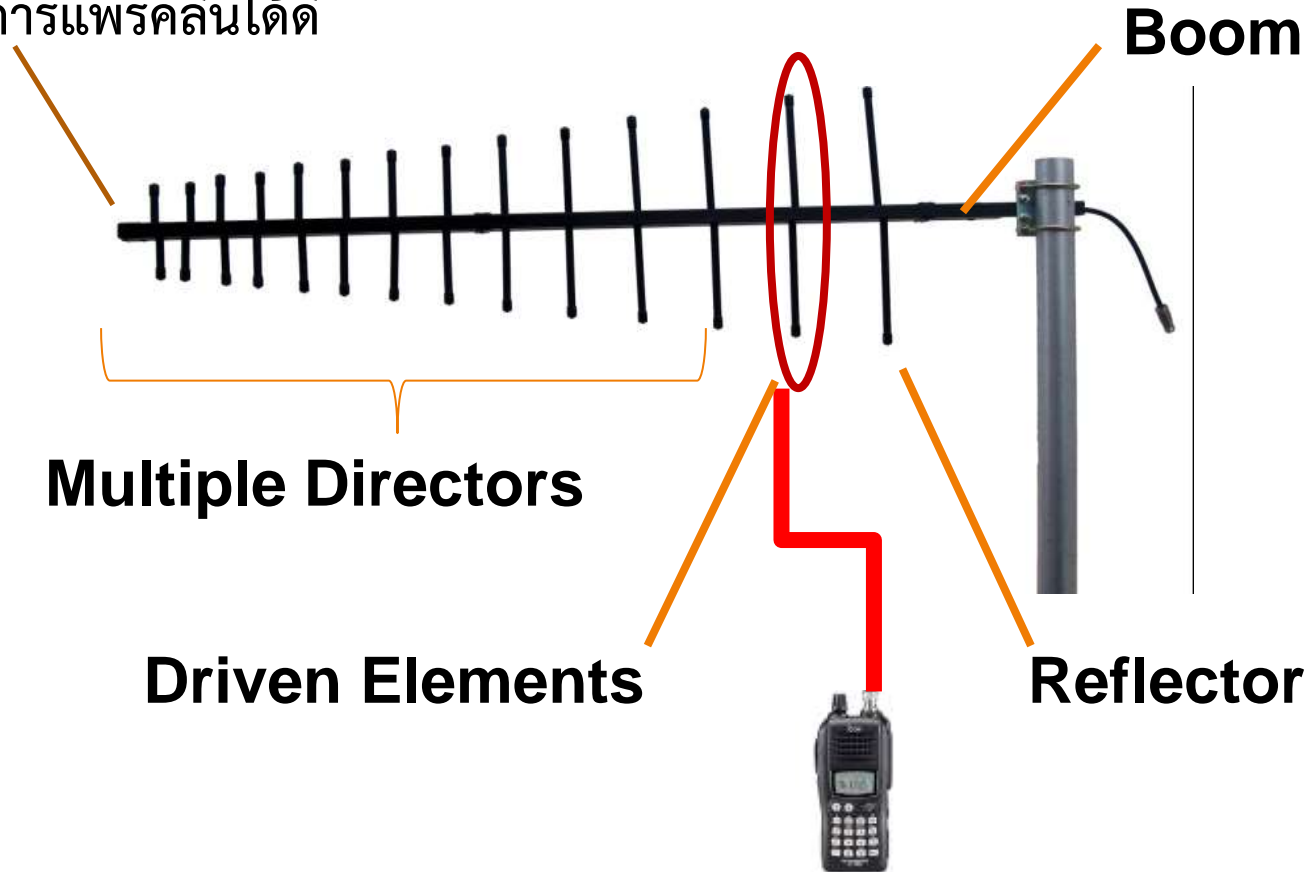


สายอากาศแบบยาก็ อุตะ (Yagi-Uda Antenna)

ทิศทางการแพร่ของสายอากาศ
←

Maximum radiation

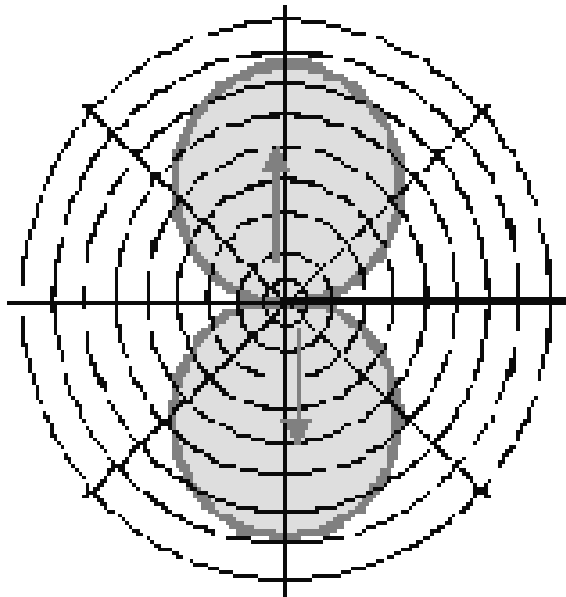
ทิศทางการแพร่คลื่นได้ดี



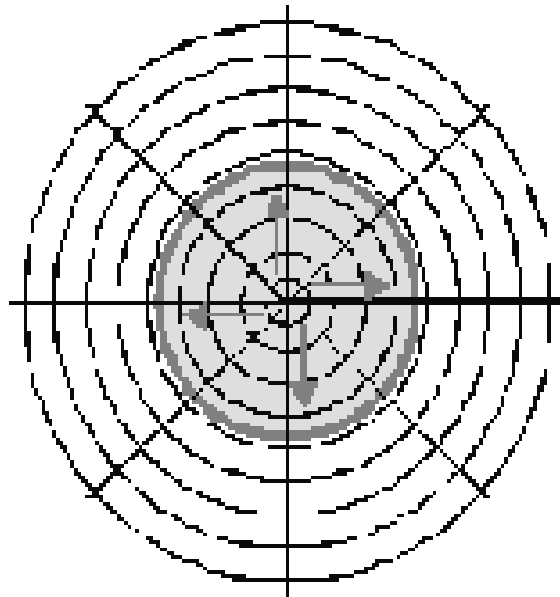
เรดิเอชัน แพทเทิร์น (RADIATION PATTERN)



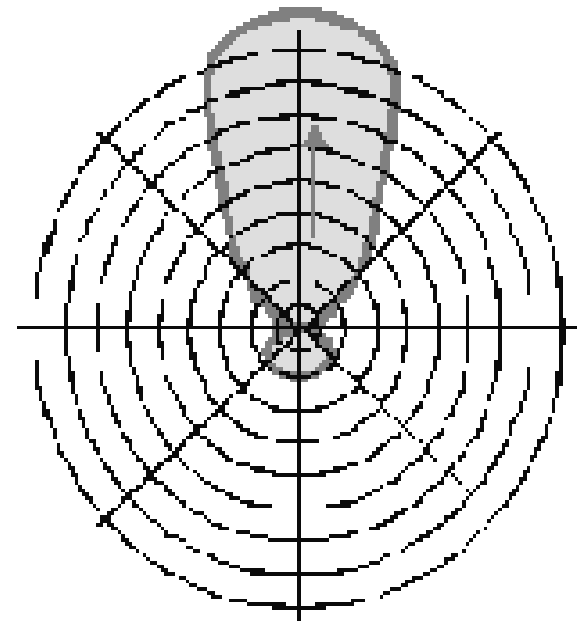
แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ



**Dipole
Antenna**



**Whip
Antenna**



**Yagi-Uda
Antenna**



เรดิเอชัน รีซิสแตนซ์ (Radiation Resistance)

พลังงานที่เราป้อนเข้าสายอากาศจากเครื่องส่งวิทยุ พบว่าถูกนำไปใช้ 2 อย่าง คือ

- การสูญเสียเป็นความร้อนภายในลวดตัวนำ
- การแพร่กระจายคลื่นวิทยุออกอากาศ

กรณีของการสูญเสียความร้อน ค่า R เป็นค่าความต้านทานจริง

กรณีของการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ค่า R เป็นค่าความต้านทานสมมุติที่อาจแทนด้วยตัวต้านทานที่มีค่าเท่ากันได้

เราเรียกความต้านทานนี้ว่า ความต้านทาน การแพร่คลื่น (radiation resistance)

Yagi = 300 Ohm

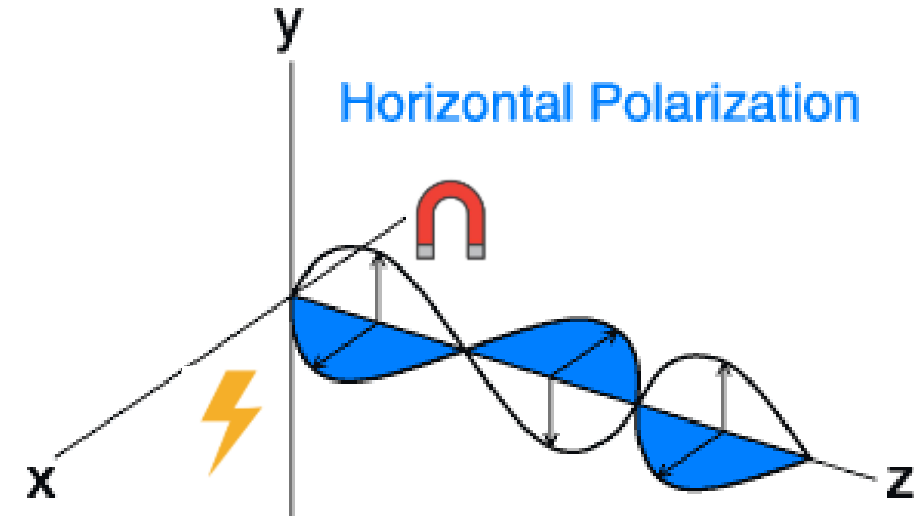
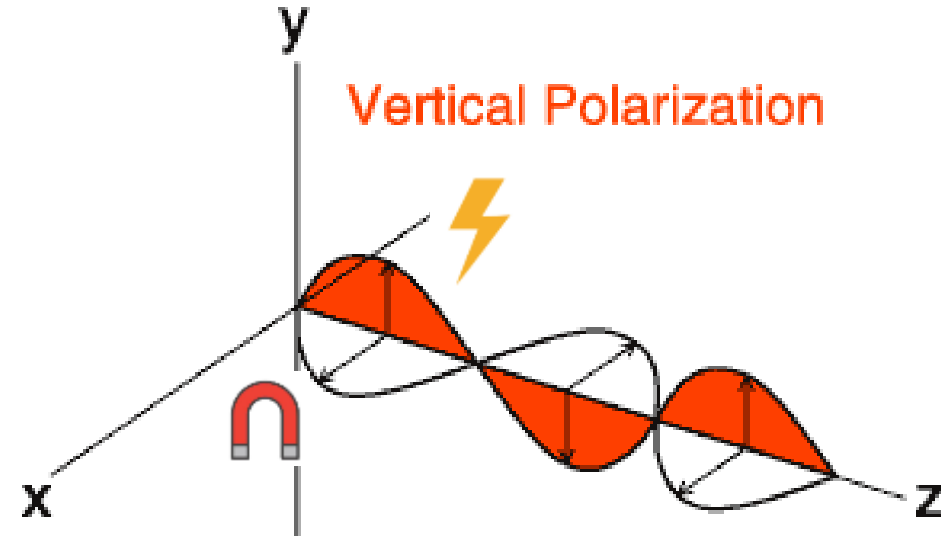
Half Wave Dipole = 73 Ohm

Quarter Wave Ground Plane = 36 Ohm



โพลาไรเซชัน

พิจารณาทิศทางโพลาไรเซชัน จาก ทิศทางสนามไฟฟ้า ⚡ กับพื้นโลก



Vertical Polarization

ทิศทางสนามไฟฟ้า แนวตั้งกับพื้นโลก

Horizontal Polarization

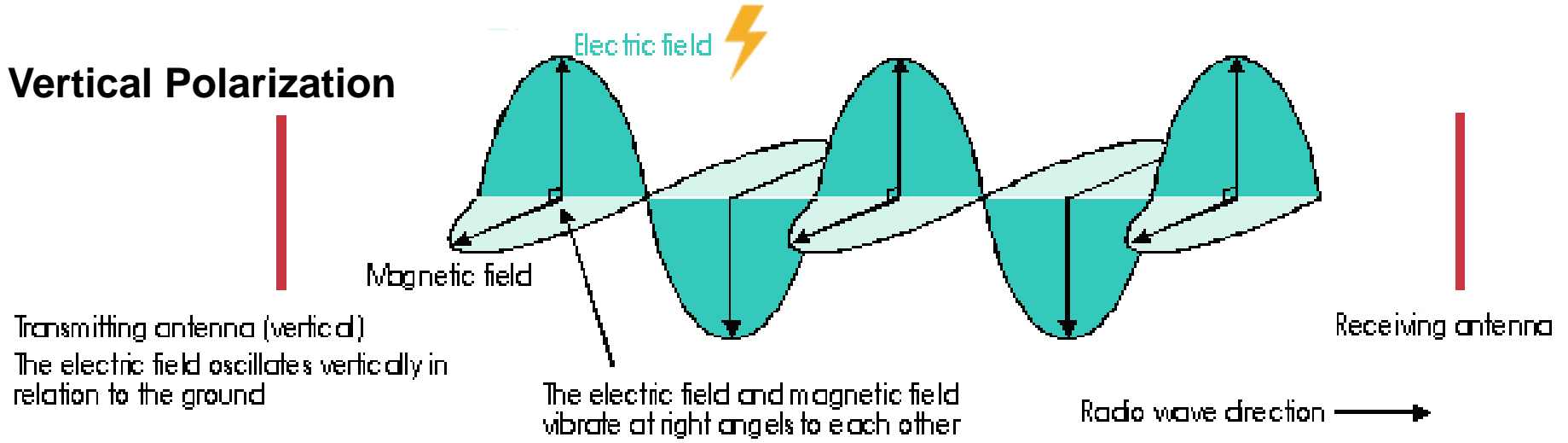
ทิศทางสนามไฟฟ้า แนวขนานกับพื้นโลก



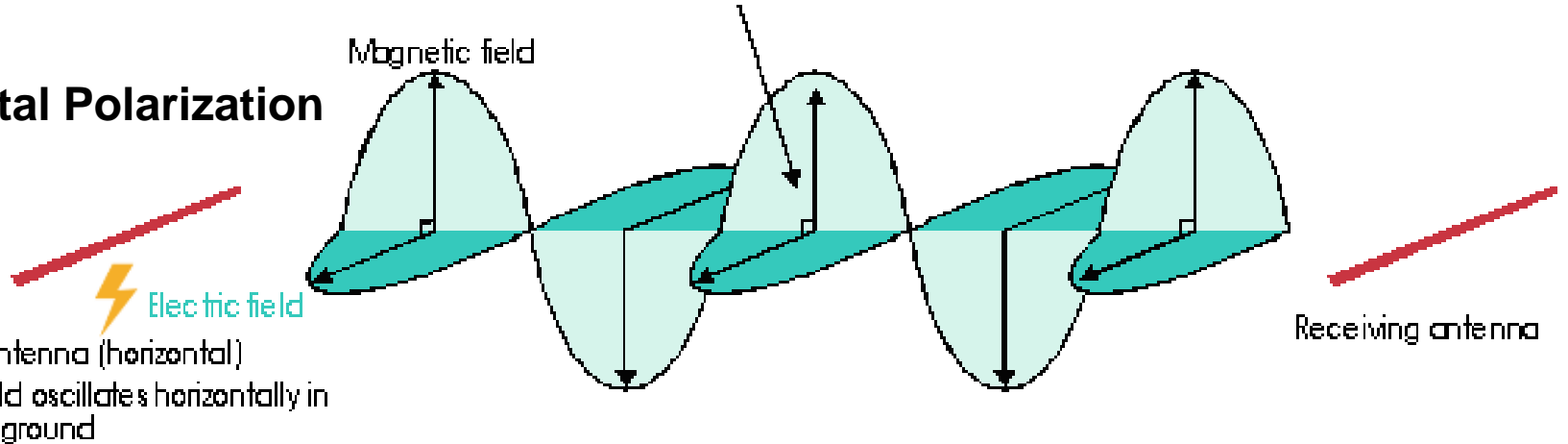
โพลาไรเซชัน

สายอากาศส่ง/สายอากาศรับ ควรวางให้ขนานกัน จึงจะได้คลื่นที่แรง

Vertical Polarization



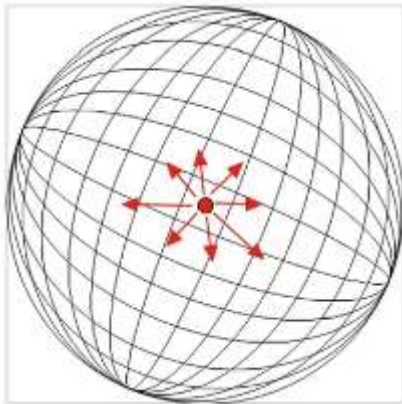
Horizontal Polarization





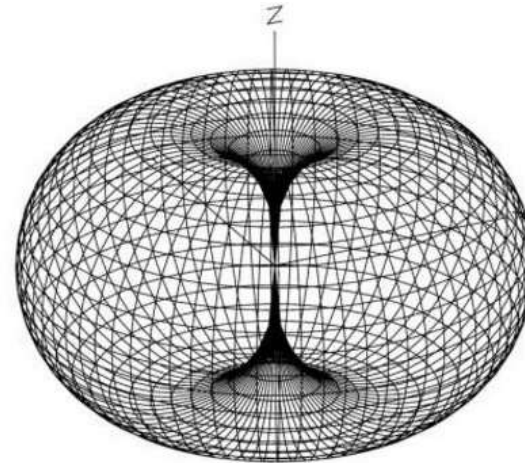
อัตราการขยายของสายอากาศ (Gain)

Gain คือ อัตราส่วน กำลังสัญญาณที่สายอากาศรับ-ส่งได้
เทียบกับ กำลังสัญญาณสายอากาศมาตรฐาน ณ ตำแหน่งเดียวกัน
มีหน่วยวัดเป็น เดซิเบล [dB] สองแบบคือ dBi กับ dBd



isotropic antenna

มี Gain dBi = 0

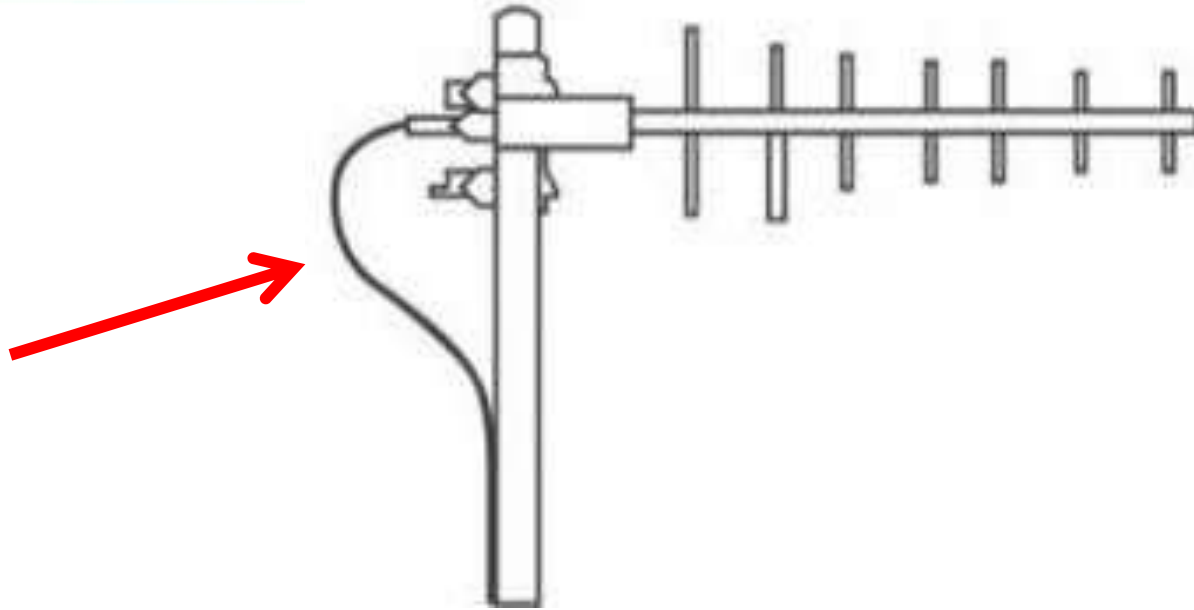


dipole antenna

มี Gain dBd = 0



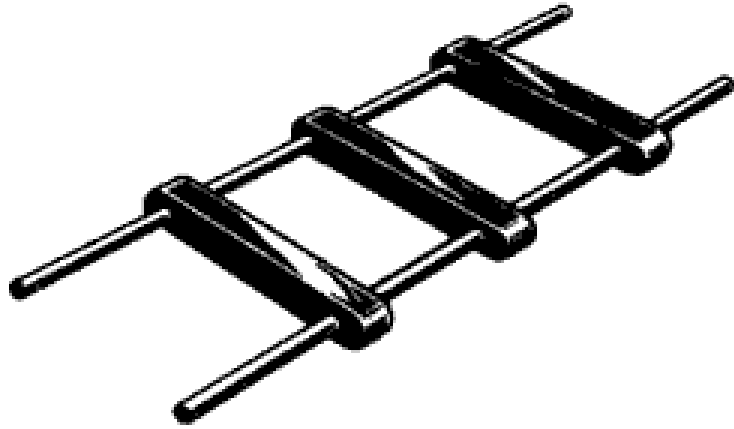
สายนำสัญญาณ (Transmission Line)



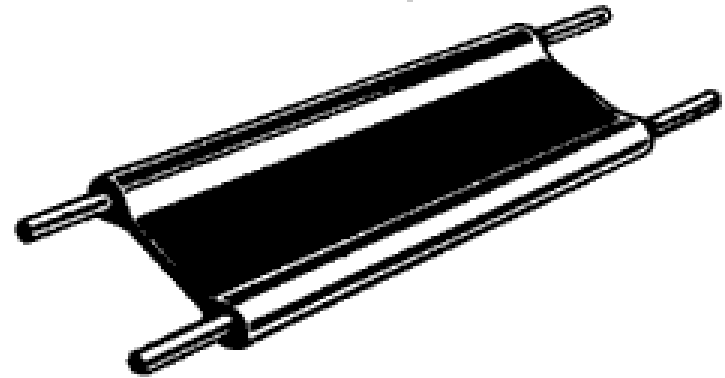
สายนำสัญญาณทุกชนิดจะมีค่าอิมพีแดนซ์ประจำตัว
(Characteristic Impedance) ของสายนำสัญญาณขึ้นอยู่กับ
ขนาดของสายและลักษณะของสายนำสัญญาณ (ไม่ขึ้นกับความ
ยาวของสาย)



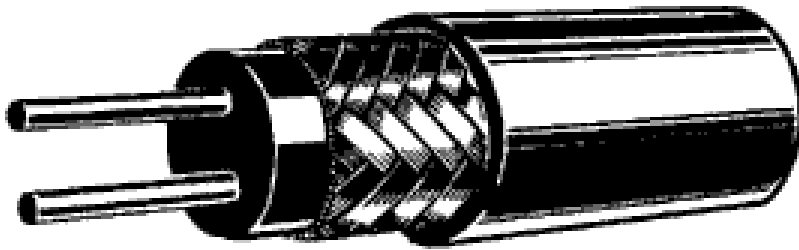
สายนำสัญญาณ (Transmission Line)



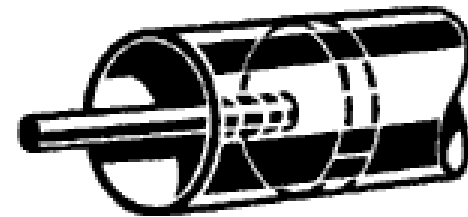
สายนำสัญญาณแบบเปิด (Open wire)



สายทวินลีด (Twin lead)



สายคู่หุ้มด้วยฉนวน (Shielded pairs)

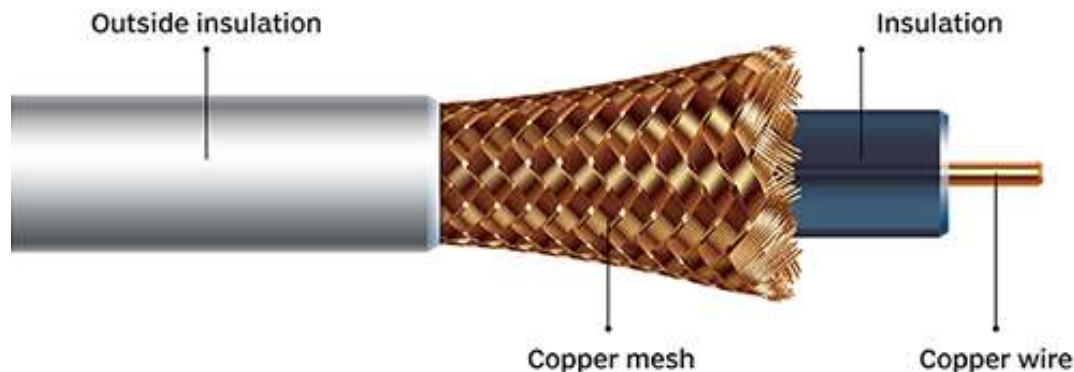


สายแกนร่วมหรือสายโคแอกเชียล (Coaxial Cable)

สายนำสัญญาณโคแอกเชียล (Coaxial Transmission Line)



Coaxial cable



มีชีลด์ป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก

มาตรฐานค่าอิมพีแดนซ์ประจำตัว* ทั่วไป

- รับ อย่างเดียว (TV) = 75 หรือ 300 โอห์ม (Ω)

- รับ - ส่ง (วิทยุสมัครเล่น) = 50 โอห์ม (Ω) 



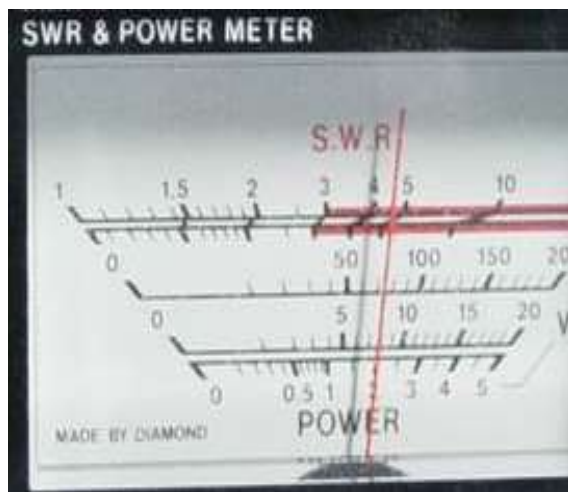
การวัดกำลังส่ง SWR

(อัตราส่วนของ ค่าแรงดันสูงสุด ต่อ ค่าแรงดันต่ำสุด ของคลื่นนิ่งในสายอากาศ $V_{SWR} = X:1$)

ใช้สำหรับการแมตซิ่ง (MATCHING) คือ การปรับอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณ สายอากาศ
กับ อิมพีแดนซ์ทางออกของเครื่องรับ-ส่ง ให้เท่ากัน

ผลลัพธ์ถ้าแมตซิ่งดี ($V_{SWR} = 1:1$)

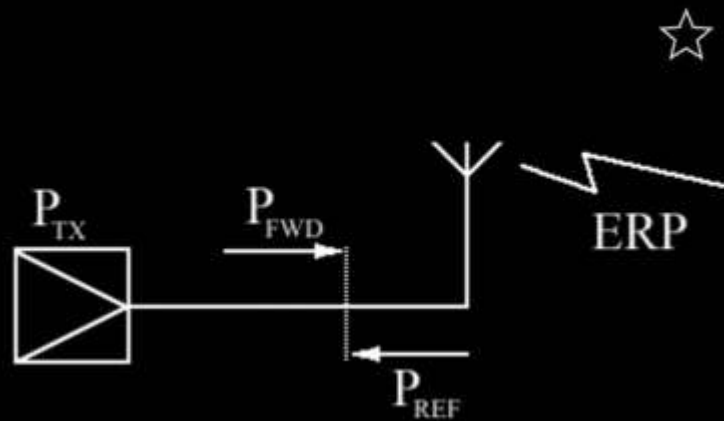
กำลังของคลื่นที่ออกไปจากสายอากาศสูง กำลังคลื่นที่สะท้อนกลับมายังเครื่องส่งต่ำ



ค่า SWR (Standing Wave Ratio) หรือ VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)



RADIATED POWER



ERP = Effective Radiated Power

Enter at least VSWR value

VSWR :1

Transmitter power (Ptx) W

CE **=**

Forward power % =

Reflected power % =

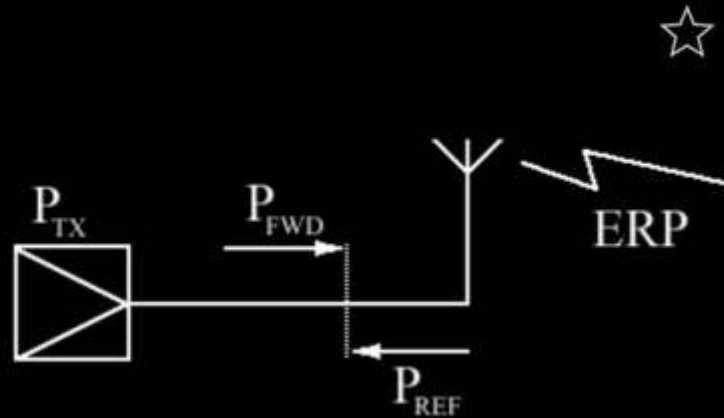
VSWR
2:1

FW Power
88.89%



RF Calculator

RADIATED POWER



ERP = Effective Radiated Power

Enter at least VSWR value

VSWR	1.5	: 1
Transmitter power (Ptx)	60	W
CE	=	
Forward power % =	96 %	
Reflected power % =	4 %	

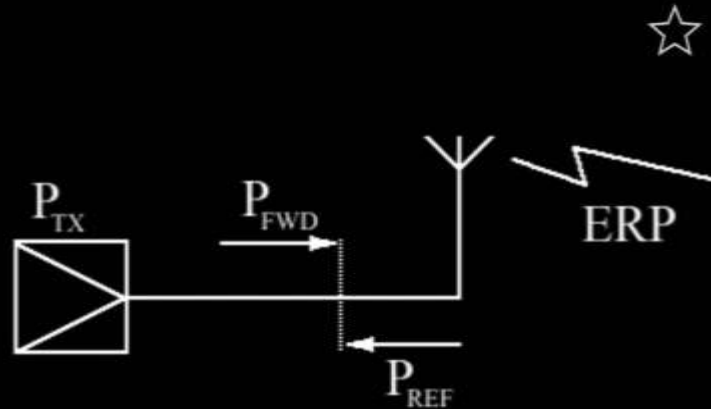
VSWR 1.5:1

FW Power 96 %



RF Calculator

RADIATED POWER



ERP = Effective Radiated Power

Enter at least VSWR value

VSWR : 1

Transmitter power (Ptx) W

CE

=

Forward power % = %

Reflected power % = %

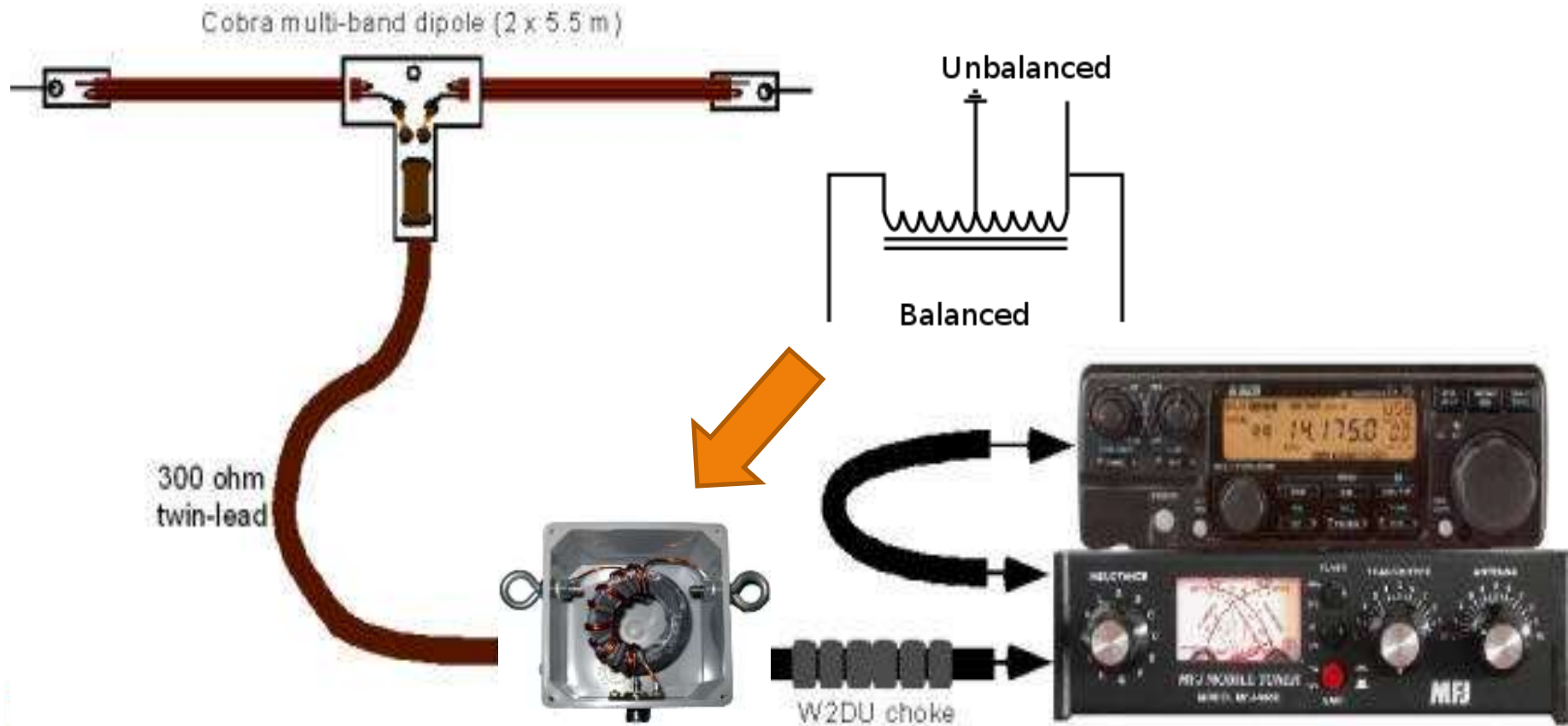
VSWR 1:1

FW Power 100 %



หม้อแปลงบาลัน Balun (Balanced-Unbalanced)

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่แปลง impedance ระหว่างการ สมดุล กับ ไม่สมดุล ของ สายอากาศ และ สายนำสัญญาณ ให้เหมาะสมกันเท่ากัน



ชนิด passive (ไม่มีการขยายสัญญาณ ไม่ต้องการไฟเลี้ยง)

เซลล์ไฟฟ้า (Electric Cell)



เปลี่ยนจากพลังงานเคมี เป็นพลังงานไฟฟ้า

เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) ไม่สามารถนำกลับมาประจุไฟใหม่ได้

เช่น ถ่านไฟฉายแบบสังกะสี-ถ่าน 1.5 V,
ถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ 1.5 V



เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) สามารถนำกลับมาประจุไฟใหม่ได้ (Rechargeable)

เช่น แบตเตอรี่แบบนิกเกิล-แคดเมียม 1.2 V , แบตเตอรี่รถยนต์แบบตะกั่ว-กรด 2 V



ความจุแบตเตอรี่



ความจุ : mAh (milli Ampere hours) หรือ Ah (Ampere hours)

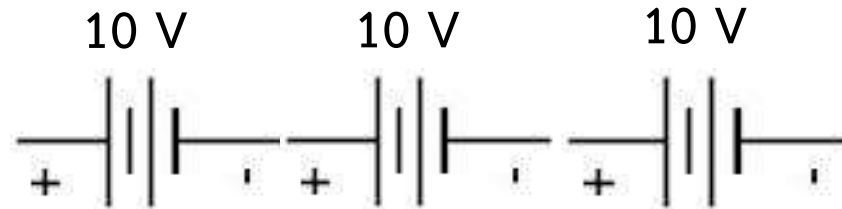
แบตเตอรี่ความจุ 2,000 mAh จ่ายกระแส 100 mA ได้กี่ชั่วโมง?

$$2,000 \text{ mAh} = 100 \text{ mA} \times \underline{20 \text{ hours}}$$

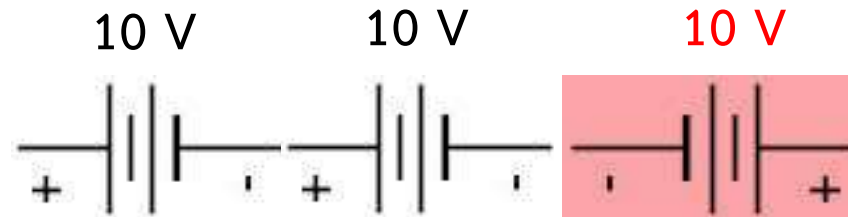
แบตเตอรี่ที่จ่ายกระแส 6A ได้เป็นเวลา 10 ชั่วโมงทั้งหมด มีความจุ?

$$6 \text{ A} \times 10 \text{ hours} = \underline{60 \text{ Ah}}$$

แบตเตอรี่ (Battery)



(แบตเตอรี่ต่ออนุกรมกันเพิ่มแรงดันไฟฟ้า) $10+10+10 = 30V$



ระวังอย่าต่อข้ามผิด! $10+10-10 = 10V$

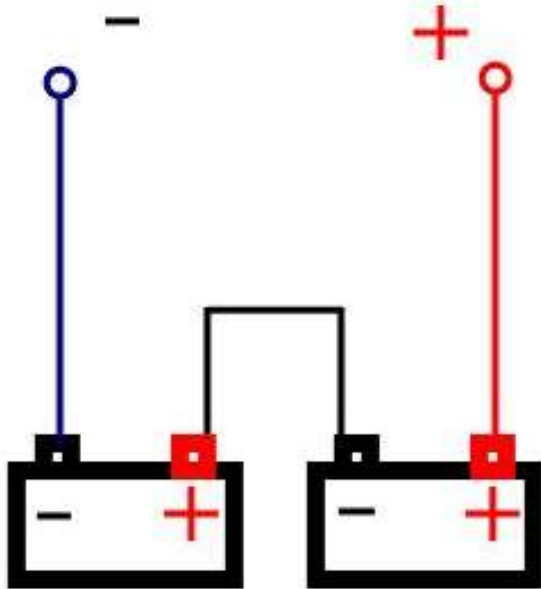
แบตเตอรี่ (Battery)



แบตเตอรี่ 12V 6A 2 ลูก

$$12V + 12V = 24V \ 6A$$

การต่อแบบอนุกรม

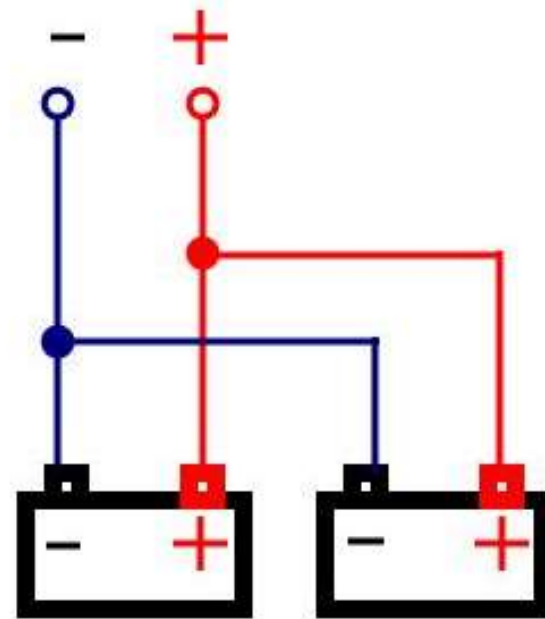


เพิ่มแรงดัน ความจุเท่าเดิม

แบตเตอรี่ 12V 6A 2 ลูก

$$6A + 6A = 12A \ 12V$$

การต่อแบบขนาน



เพิ่มความจุ แรงดันเท่าเดิม

ทฤษฎี vs ปฏิบัติ



ทฤษฎี vs ปฏิบัติ



" ... ความรู้ความเข้าใจที่ได้จากตำรากับที่ได้จากการปฏิบัตินั้น อาจไม่ตรงกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและเหตุประกอบอีกหลายอย่าง ต่อเมื่อใดเราได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติครบทั้งสองอย่างแล้ว ความรู้อันแจ่มชัด ที่จะถือเป็นครูหรือเป็นแบบอย่างได้ จึงจะเกิดขึ้น ...

ขอให้ถือว่าตำรากับการปฏิบัตินั้นเป็นสิ่งสำคัญทั้งคู่ เราต้องอาศัยตำราเป็นหลักปฏิบัติ และต้องอาศัยการปฏิบัติเป็นเครื่องสนับสนุนตำรา เพื่อให้การทำงานที่ทำสัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ และบรรลุประโยชน์ตามที่มุ่งหมายครบทุกสิ่ง ..."

พระบรมราชาวาทในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ ๙

พิธีพระราชทานปริญญาบัตร มหาวิทยาลัยมหิดล ๒๘ กันยายน ๒๕๒๑



ขอให้โชคดีในการสอบครับ 😊