



Nakhon Phanom University

Physical Layer สัญญาณและไฟฟ้า

31110316 Computer Networks

สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชา工กรรมคอมพิวเตอร์

กรุงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์

songrit@npu.ac.th

สาขาวิชา工กรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยนครพนม

ວັນນີ້

- ຄລືບ
- ໄພັ້ງ
- ເຄຮືອງ



អ៊ូរីយវិត

- ## • អង់យពិន្ទាន

- ระยะทาง
 - น้ำหนัก
 - อุณหภูมิ
 - แรงดันไฟฟ้า
 - กระแสไฟฟ้า
 - ความต้านทาน
 - กำลังไฟฟ้า

คำนำหน้าหน่วย

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ	แฟคเตอร์
เดคา (deca)	da	10^1	10
ເອກໂຕ(hecto)	h	10^2	100
กິໂລ(kilo)	k	10^3	1,000
ແມກະ (mega)	M	10^6	1,000,000
ຈົກະ(giga)	G	10^9	1,000,000,000
ເທຣະ (tera)	T	10^{12}	1,000,000,000,000
ເພຕະ (peta)	P	10^{15}	1,000,000,000,000,000
ເອກຊະ(exa)	E	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000
ເຊຕຕະ(zetta)	Z	10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000
ຍອຕຕະ(yotaa)	Y	10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000

คำนำหน้าหน่วย ($0 < x < 1$)

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
พีโค (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 (yoto)	y	10^{-24}	0.000 000 000 000 000 000 000 001

ตัวอย่าง

- 6 000 000 วัตต์ = 6×10^6 วัตต์
= 6 เมกกะวัตต์ (MW)
- 0.000 001 แอมเปอร์ = 1×10^{-6} แอมป์
= 1 มิโครแอมป์ (uA)

Quiz :

- <https://elab.npu.world>
- NWK-LEC-02-1



คลื่น

คลื่น (wave)

- **คลื่น (wave)** เป็นผลจากสัญญาณ ให้เกิดการแผ่กระจายคลื่นที่ออกไป มักมีการส่งถ่ายพลังงานไปด้วย
- สัญญาณแบ่งได้ 2 ประเภท
 - สัญญาณช้าค่าบ Periodic
 - สัญญาณไม่ช้าค่าบ Aperiodic
- ตัวอย่างคลื่นที่มีการใช้งาน
 - คลื่นเสียง
 - คลื่นแม่เหล็ก
 - คลื่นไฟฟ้า
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - คลื่นวิทยุ (คลื่นแหรตเซียน)
 - คลื่นแสง

คลื่น

- พิสิกร์มของคลื่น เป็น 2 ประเภท
 - คลื่นกล
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นก菽

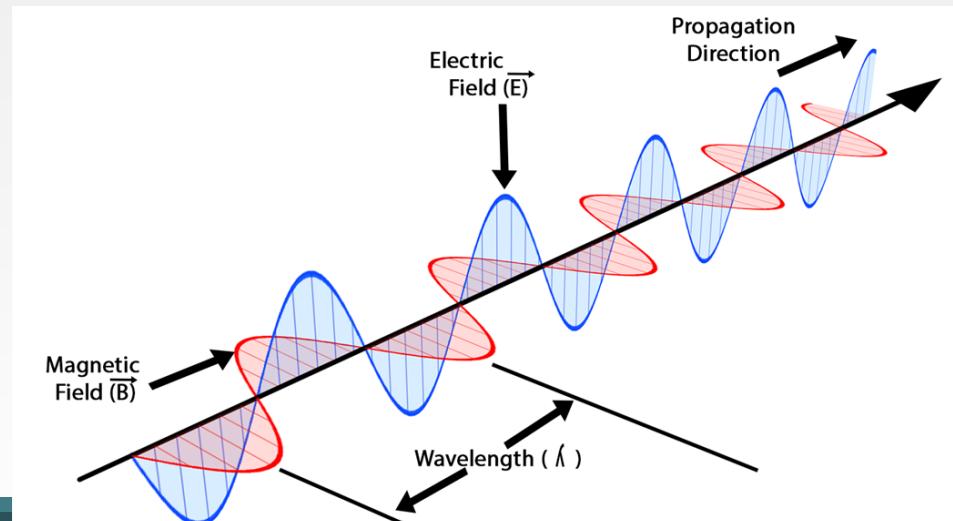
- คลื่นจากการสั่นสะเทือน
 - แผ่นดินไหว
 - คลื่นปราภูผิวน้ำ
- คลื่นเสียง

คลื่นเสียง

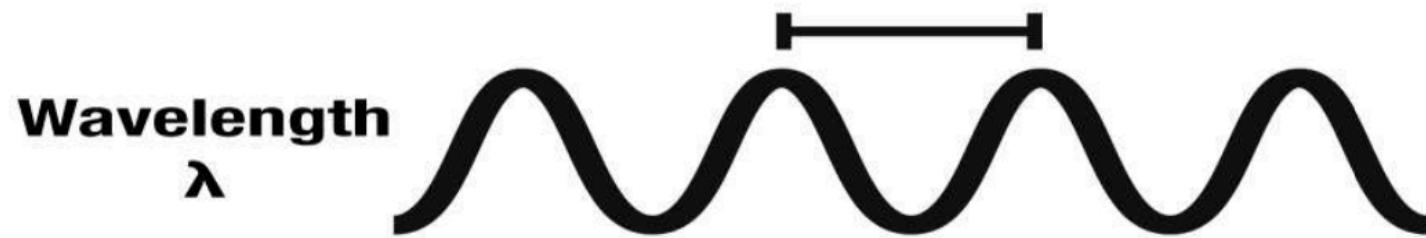
- เสียงเกิดจาก การสั่นสะเทือน
 - เดินทางผ่านอากาศ / ก๊าซ / ของเหลว / ของแข็ง
 - เสียงผ่านสุญญากาศไม่ได้
 - การอัดตัวและขยายตัวของอากาศ
- การรับเสียง
 - หู รับแรงสั่นสะเทือนอากาศ ส่งสัญญาณให้สมอง
 - 20Hz – 20kHz
 - ความถี่ต่ำกว่าเรียกว่า infra-sound สูงกว่าเรียก ultra-sound
 - ไมโครโฟน รับแรงสั่นสะเทือนอากาศแปลงเป็นไฟฟ้า
 - เมมส์ (MEMS acoustic sensor)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

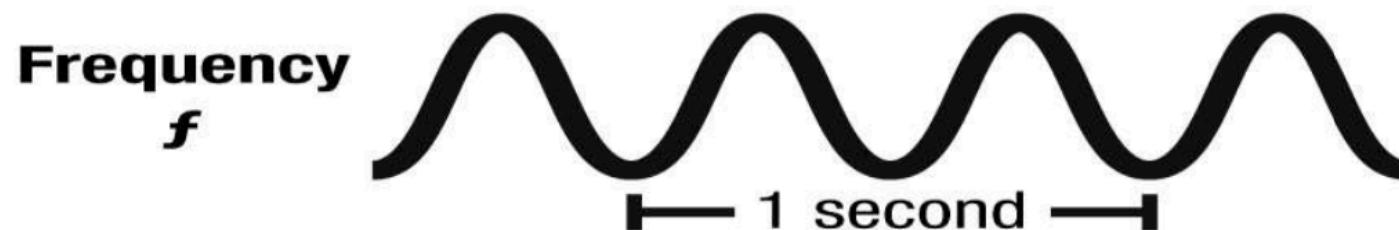
- เป็นคลื่นที่เกิดจากการผสมกันระหว่าง
 - กระแสไฟฟ้าที่流れผ่านสายอากาศแล้วเกิด สนามแม่เหล็ก(Magnetic Field)
 - แรงดันต่อกคร้อมสายอากาศทำให้เกิด สนามไฟฟ้า (Electric Field)
- เมื่อร่วมสนามทั้งสองเข้าด้วยกันจะได้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - ทั้งสองสนามตั้งฉากกัน เคลื่อนที่ไปในอากาศด้วยความเร็ว
 - 300ล้านเมตร/วินาที เทียบเท่าความเร็วแสง (3×10^8 m/s)



ความยาวคลื่น vs ความถี่



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



คลื่นวิทยุย่าน 2 เมตร

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

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

$$f = c/\lambda$$

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

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

ความยาวคลื่นของความถี่ 2.412GHz

- ความยาวคลื่นของ ความถี่ 2.412GHz เท่ากับเท่าใด ?
- เมื่อแสงเดินทางในสุญญากาศความเร็ว 3×10^8 m/s

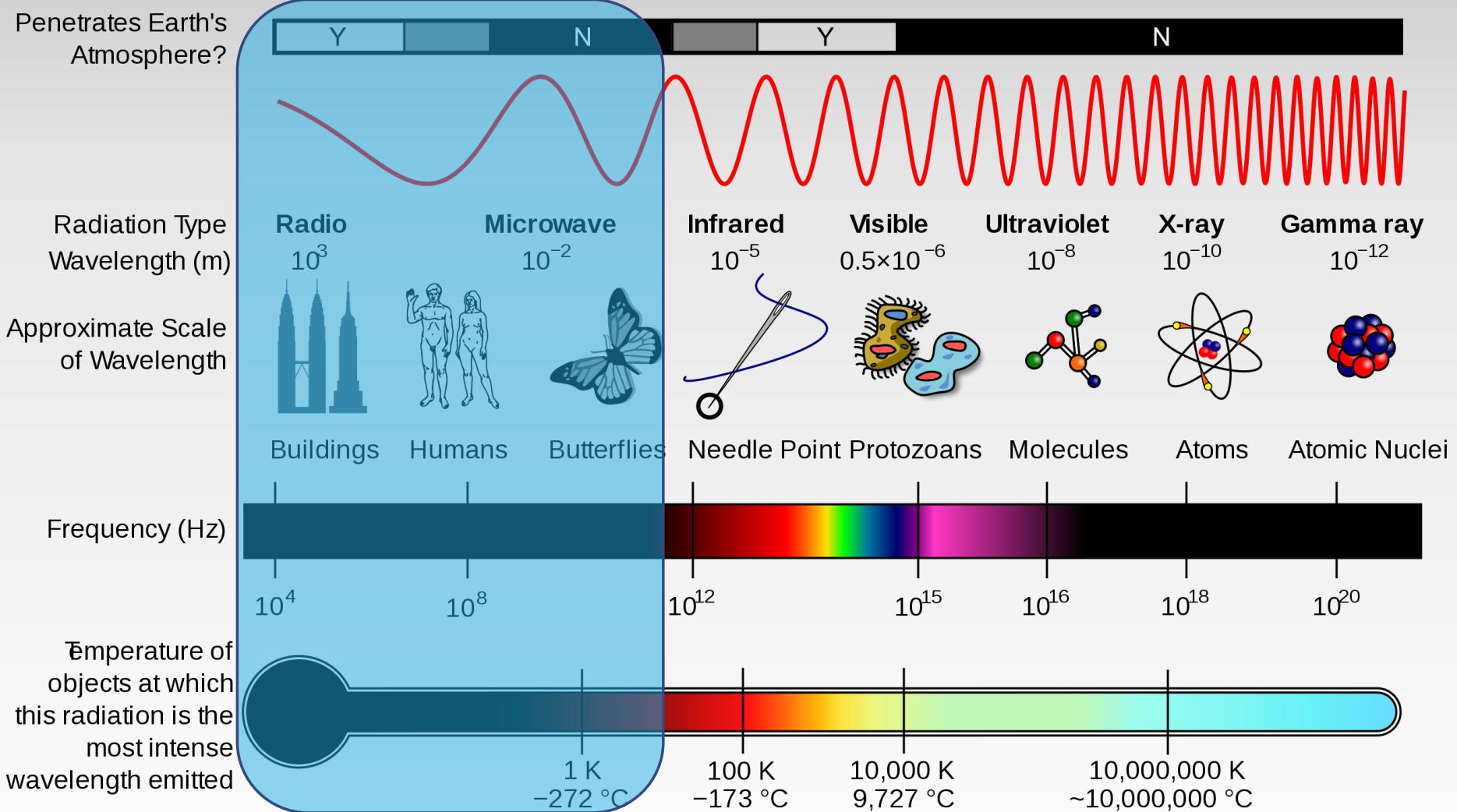
- จาก

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

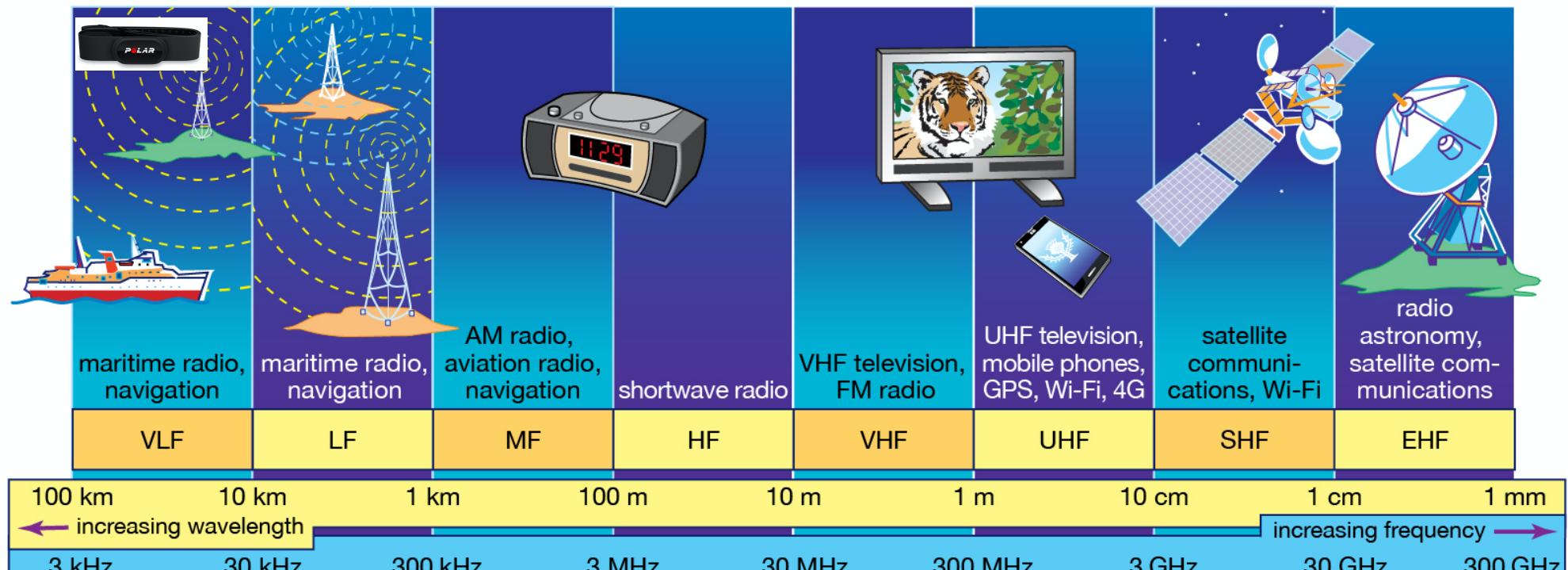
- ดังนั้น

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{c}{f} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2.412 \times 10^9} \\ &= 0.124 \text{ meters}\end{aligned}$$

ยานความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

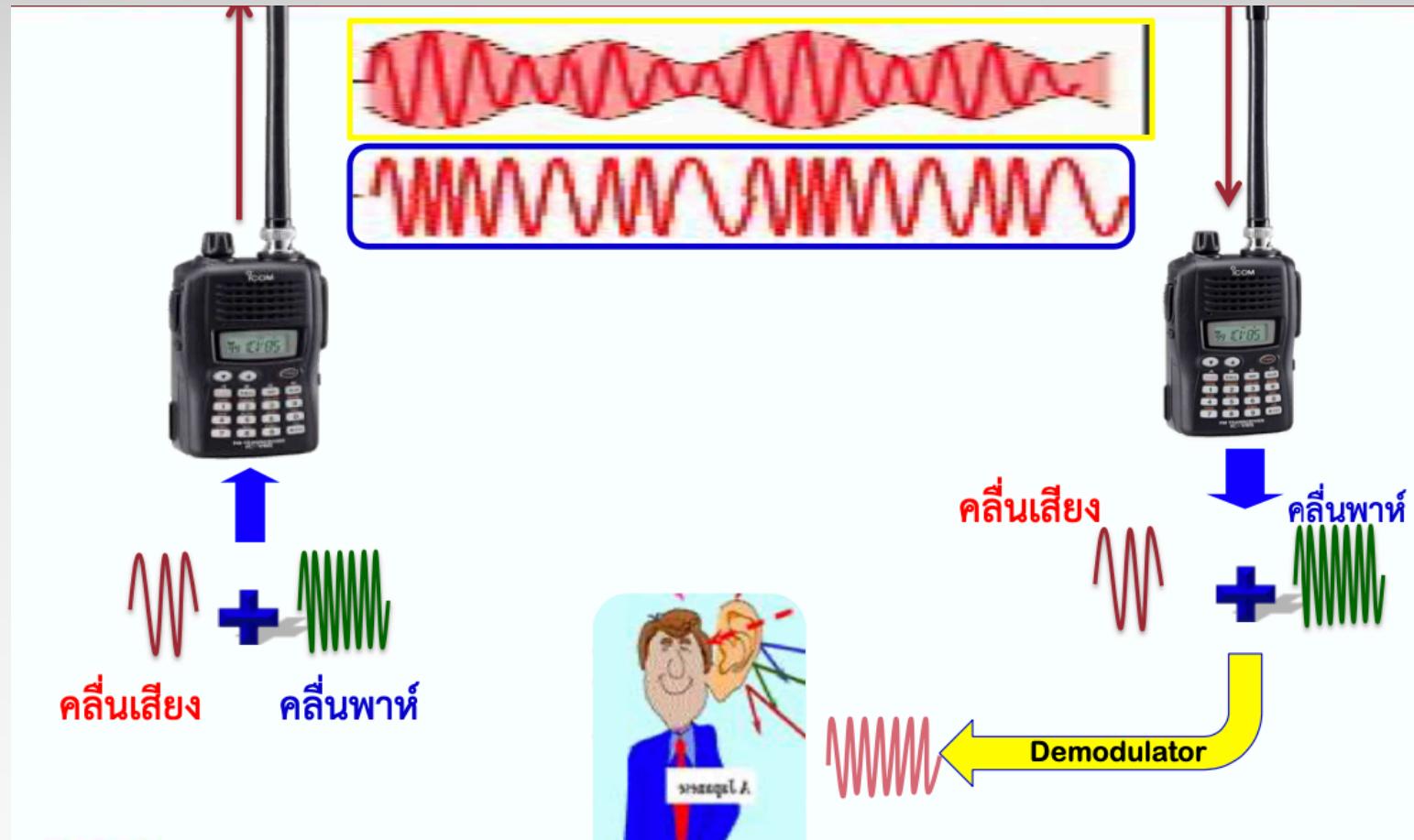


การแบ่งยานความถี่ทั่วๆ



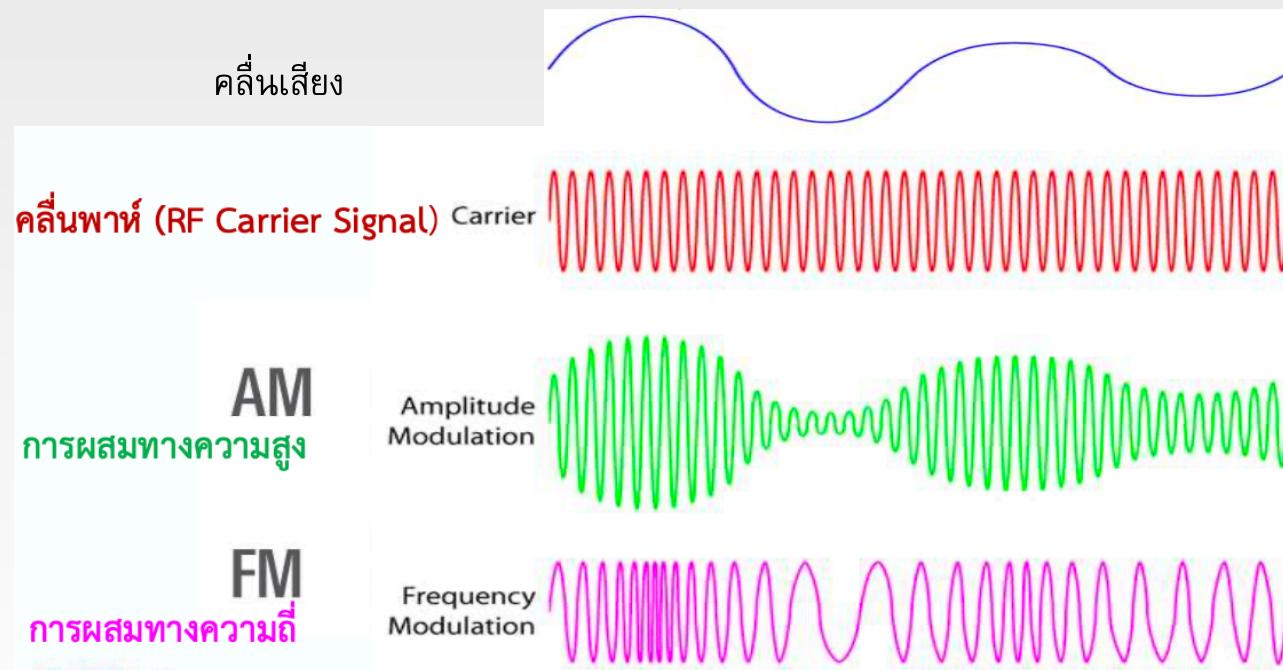
© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

ระบบการส่ง-รับวิทยุความนาคม



การผสมสัญญาณ (Modulation)

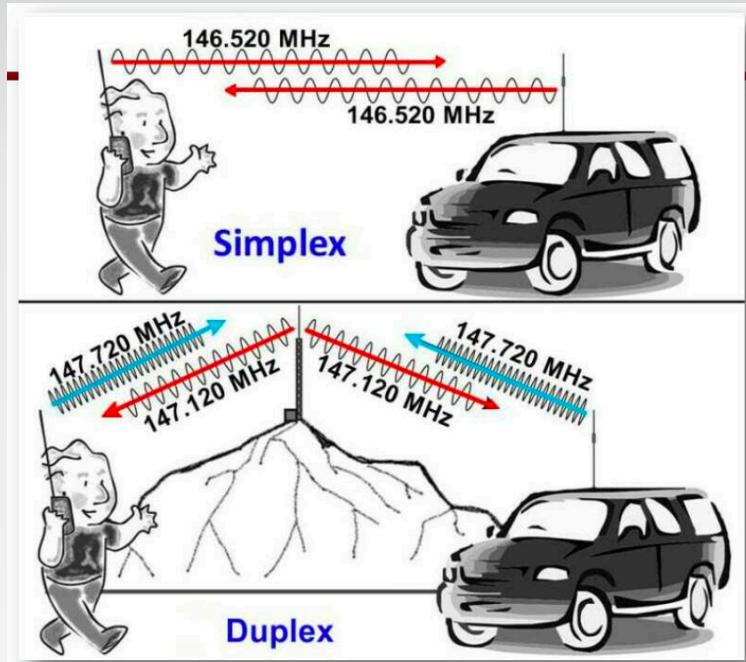
- แปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า
 - ความถี่ตรงกับคลื่นเสียง
- คลื่นไฟฟ้า ผสมกับ สัญญาณไฟฟ้าจากอสซิลเลเตอร์
 - คลื่นพาร์ = สัญญาณไฟฟ้า(คลื่นเสียง)+สัญญาณจากอสซิลเลเตอร์



ความแตกต่างระหว่าง AM-FM

AM	FM
Amplitude Modulation	Frequency Modulation
คุณภาพเสียงไม่ค่อยดี มีสัญญาณรบกวนมากกว่า	คุณภาพเสียงดีกว่า มีสัญญาณรบกวนน้อยกว่า
เครื่องไม่ซับซ้อน ราคาถูกกว่า	เครื่องซับซ้อน ราคาแพงกว่า
ระยะทางส่งได้ไกลกว่า	ระยะทางส่งใกล้
ใช้แบบดิจิตทันน้อยกว่า ทำให้มีช่องสถานีมากกว่า	ใช้แบบดิจิตมากกว่า
ย่านความถี่ต่ำกว่า [kHz]	ย่านความถี่สูงกว่า [MHz]

Duplexing



- **Simplex**

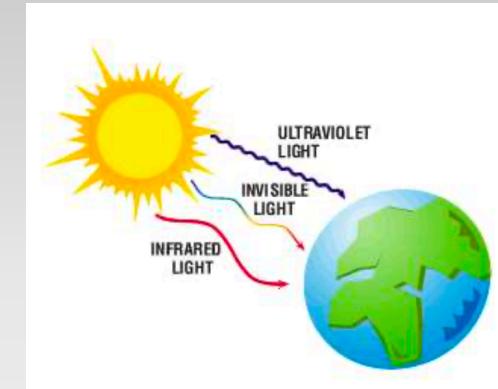
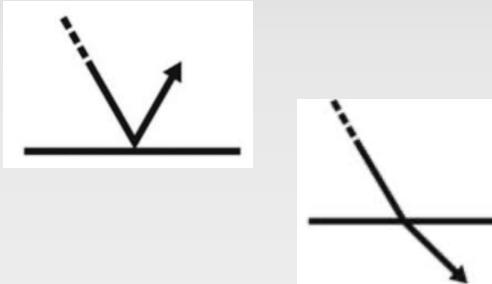
- ความถี่เดียวกัน
- ผลัดกันพูด

- **Duplex**

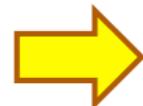
- ส่งและรับใช้คุณลักษณะความถี่
- พูดพร้อมกันได้

คุณสมบัติคลื่นวิทยุ

1. เเดินทางเป็นเส้นตรง
2. เเดินทางในสุญญากาศได้
3. สะท้อนได้
4. ผักเหได้
5. เคลื่อนที่ผ่านโลหะยาก



คลื่นดิน



(Ground wave, Surface wave)

signal
propagation

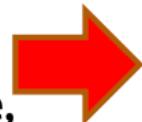
transmit
antenna

receive
antenna

Earth



คลื่นตรง



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

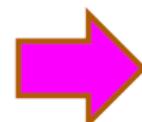
signal
propagation

transmit
antenna

receive
antenna

Earth

คลื่นฟ้า



(Sky-wave ,
Ionosphere wave propagation)

Ionosphere

signal
propagation

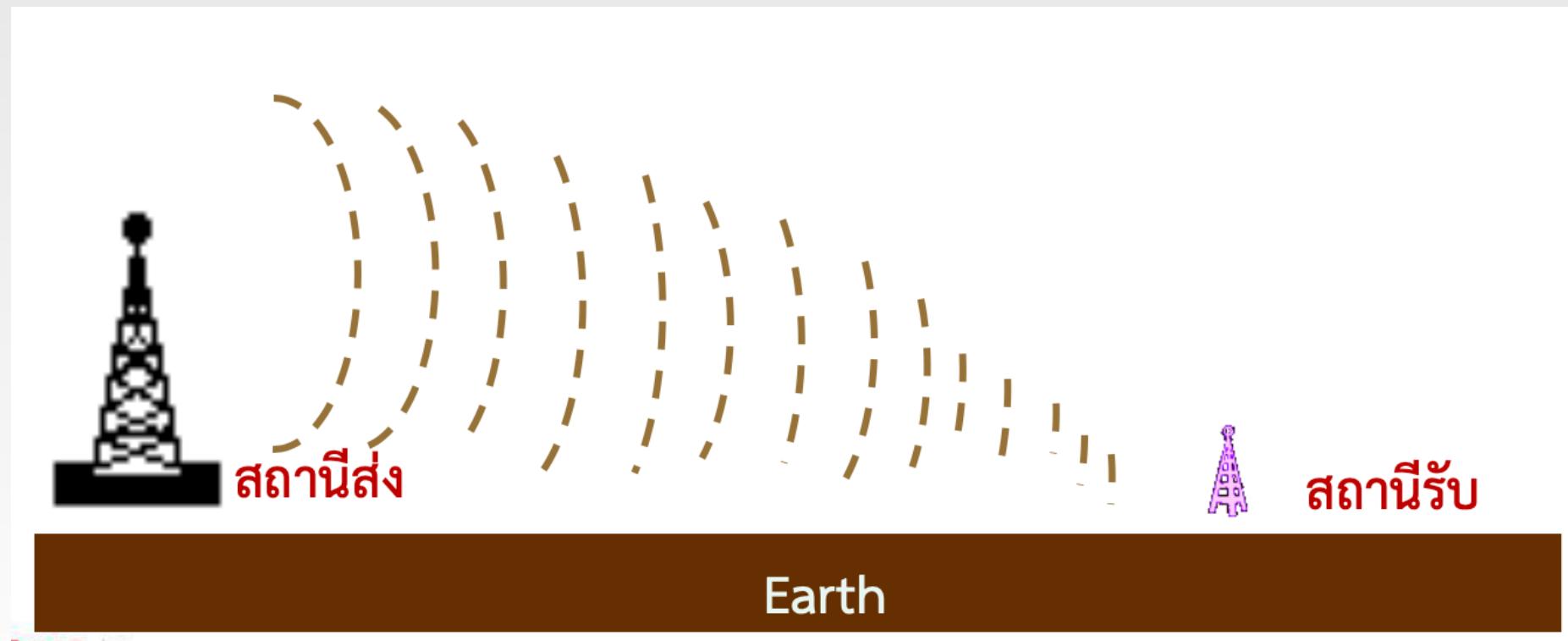
transmit
antenna

receive
antenna

Earth

1. คลื่นดิน (Ground Wave)

- เดินทางบนพิวโลก อยู่ความถี่ต่ำ VLF,LF, MF
- การส่งระบบ AM



2. คลื่นตรง (Direct wave)

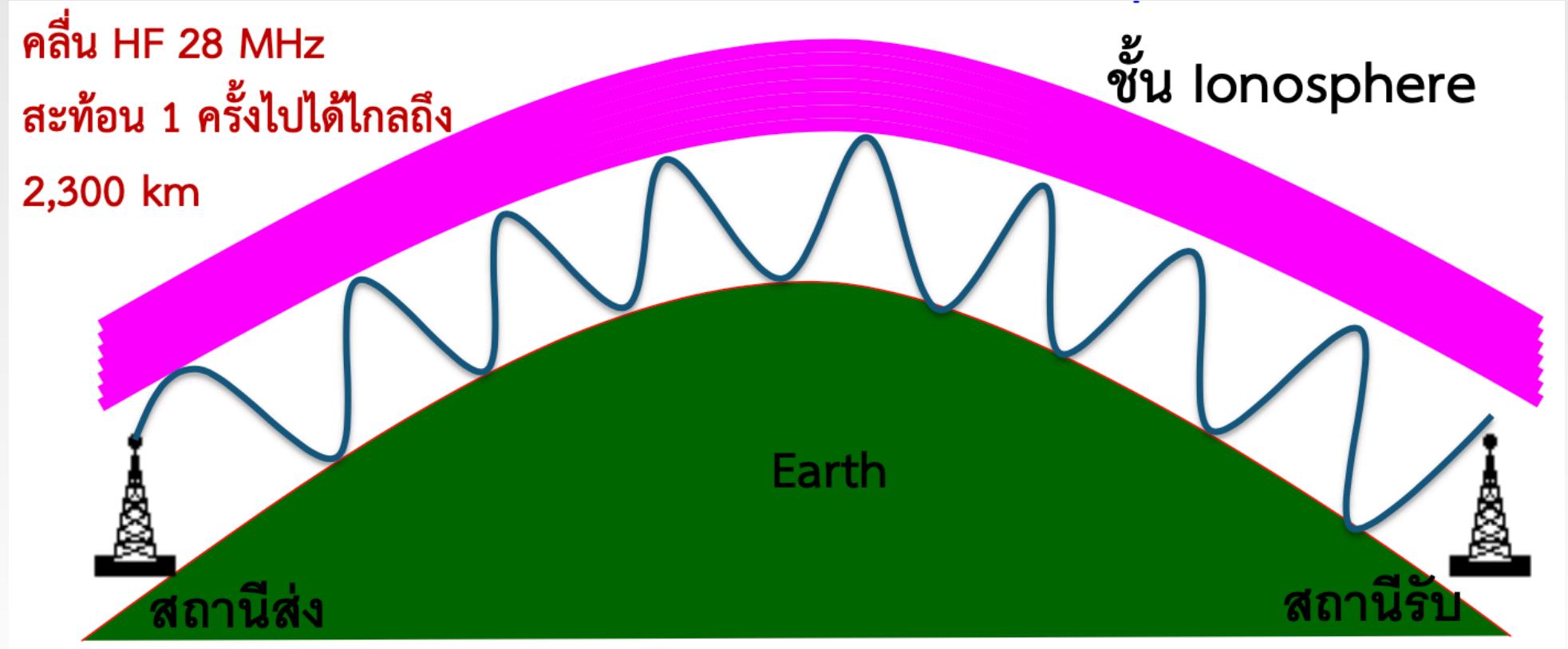
- หรือเรียกว่า Space Wave
- กระจายคลื่นวิทยุทางตรง แบบมองเห็นกัน (Line of sight)
- หากสภาพภูมิประเทศมีสิ่งกีดขวาง สัญญาณจะถูกลดgon



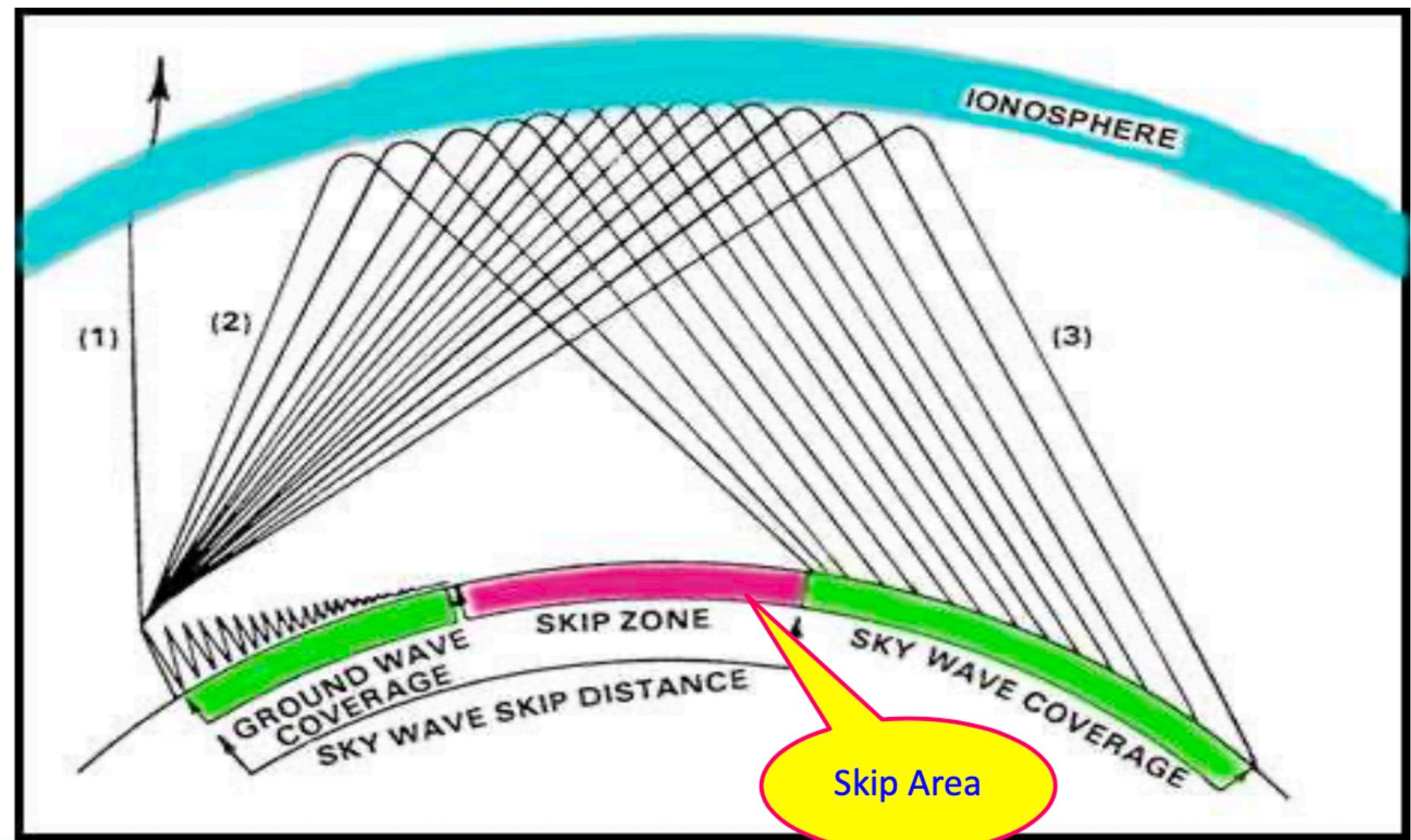
3. คลื่นฟ้า (Sky wave)

- มีการสะท้อนหรือหักเหของคลื่นกับชั้นบรรยากาศโลก ทำให้ส่ง-รับในระยะไกล ข้ามประเทศได้

ไอโอนอฟเฟียร์ マイยังพื้น



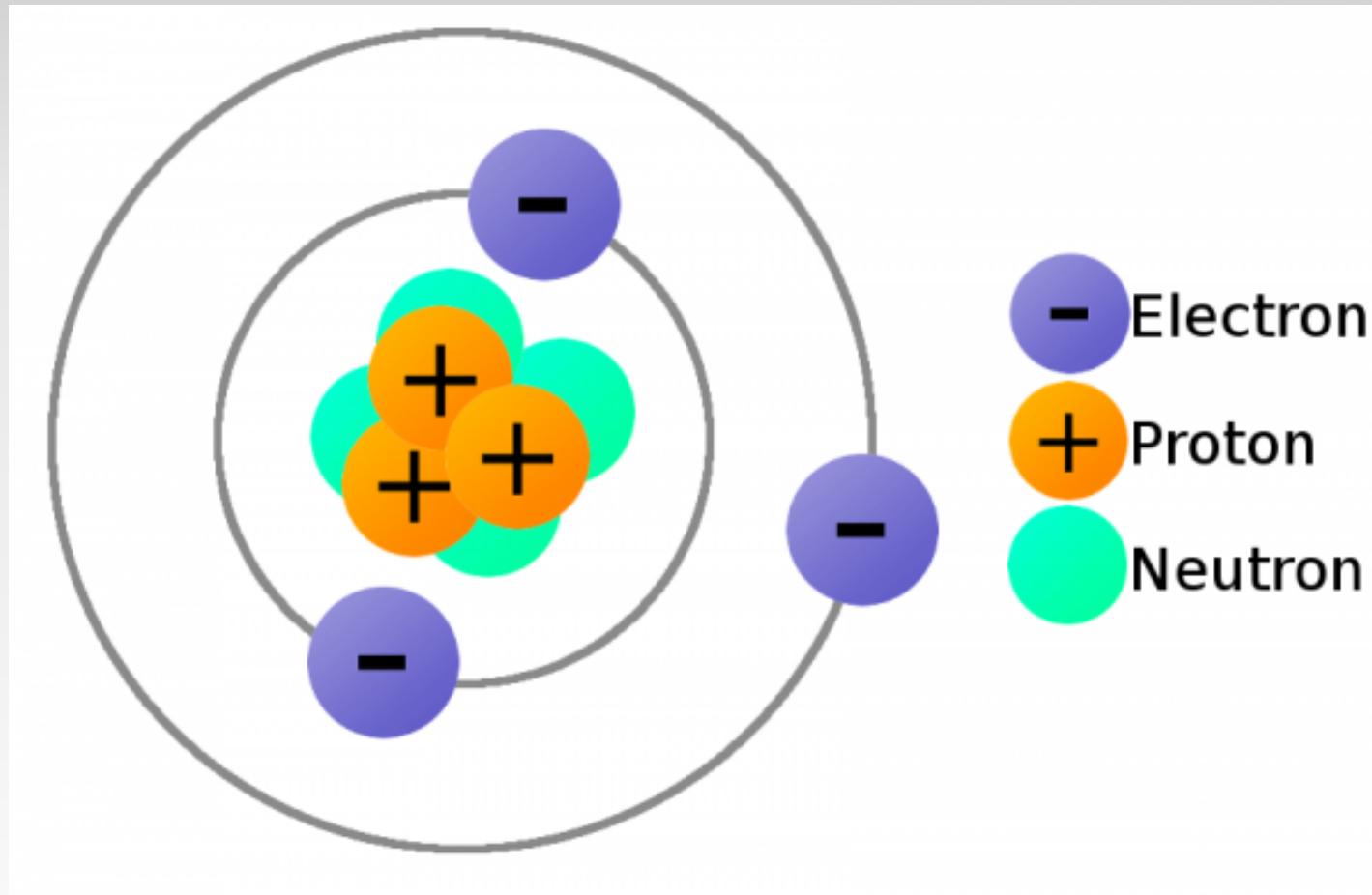
Skip Zone and Skip Distance



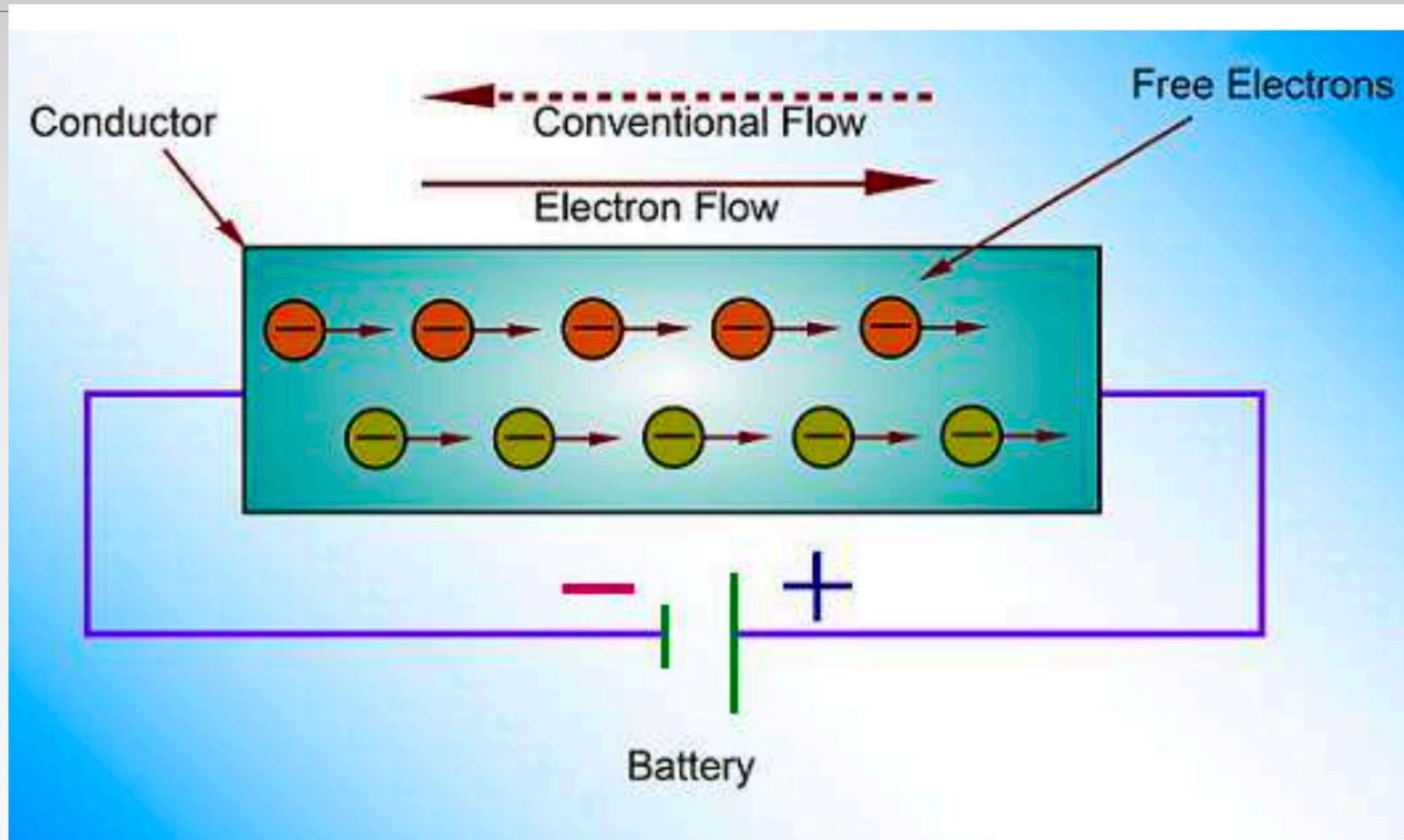
ໄມ້



อะตอม กับ ไฟฟ้า ?



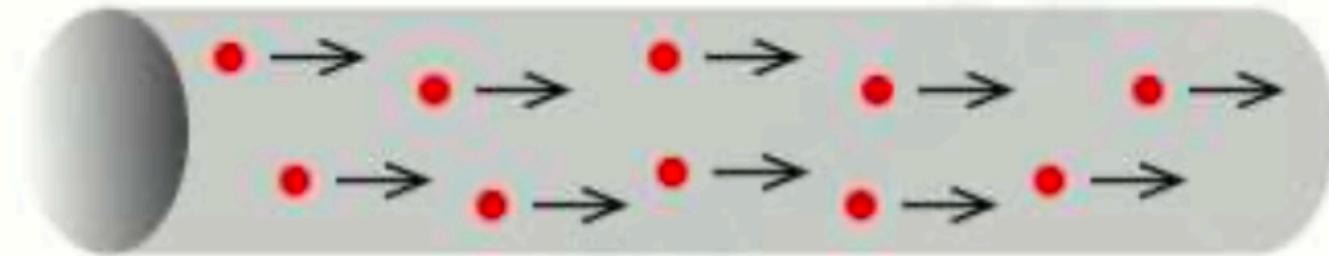
ไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอะตอม



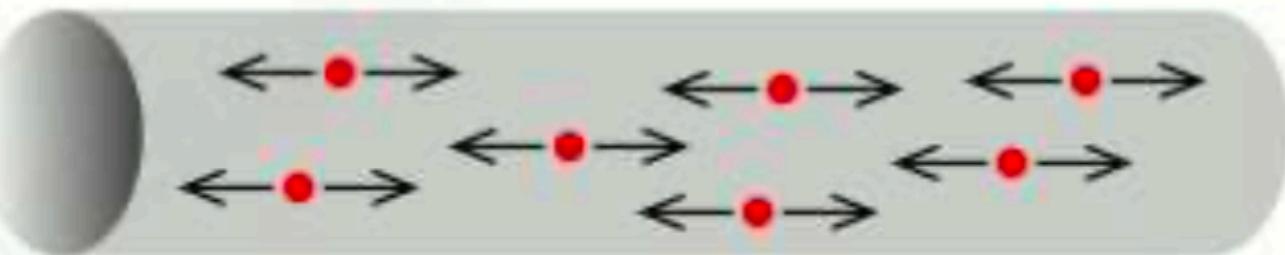
- กระแสไฟฟ้า ไหลในทิศทางข้ามกับการไหลอิเล็กตรอน

ไฟฟ้ากระแสตรง vs สลับ

Direct current (DC) กระแสตรง



Alternating current (AC) กระแสสลับ

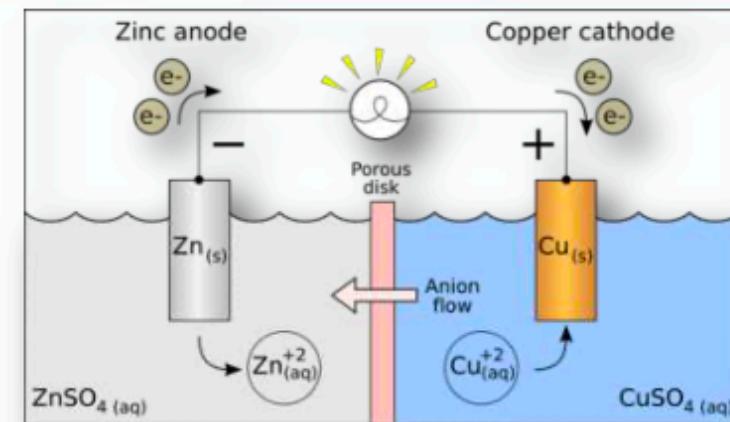


ไฟฟ้ากระแสตรง vs สลับ

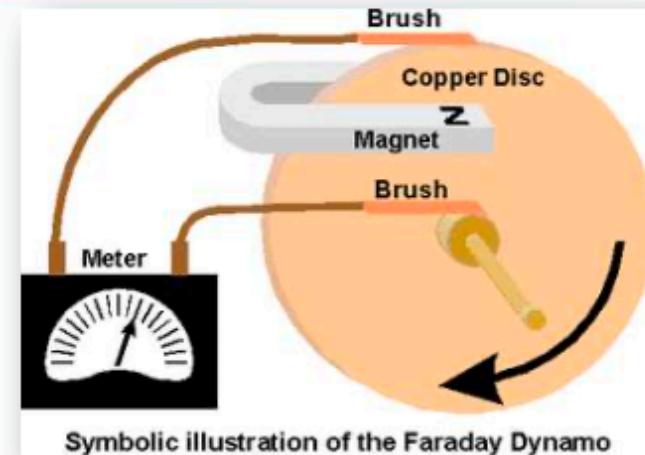
- ไฟบ้านประเทศไทย ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V, ความถี่ 50Hz

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

กระแสไฟฟ้าเกิดอย่างไร



ปฏิกิริยาทางเคมี



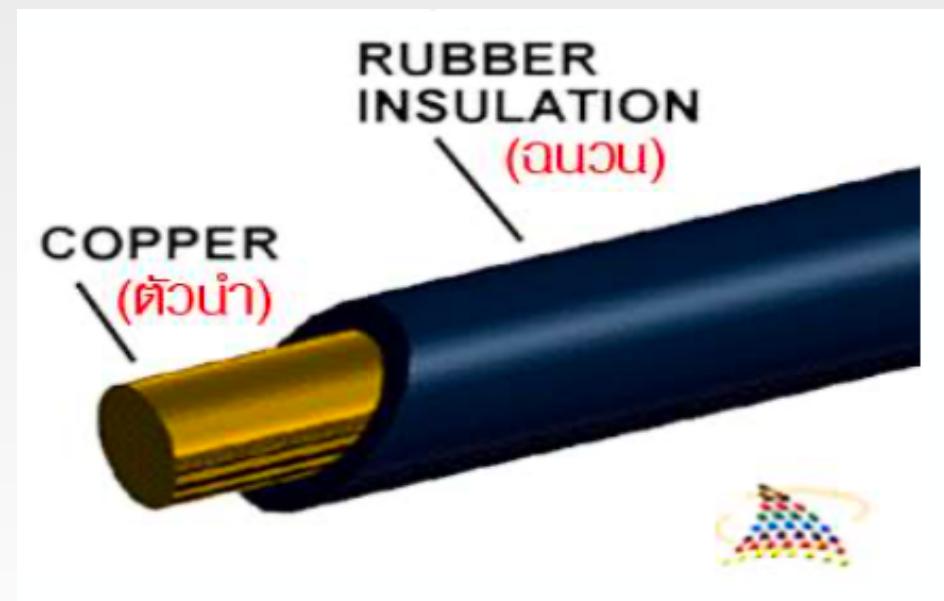
ทดลองตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็ก



วัตถุต่างชนิดมาขัดสีกัน

ตัวนำไฟฟ้า และ ฉนวนไฟฟ้า

- ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) คือ สสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดี เช่น เงิน > กองแดง > กองคำ > อะลูมิเนียม
- ฉนวนไฟฟ้า (Insulator) คือ สสารที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ เช่น แก้ว ไม้ ยาง พลาสติก หัวบริสุทธิ์



กฎของโอห์ม

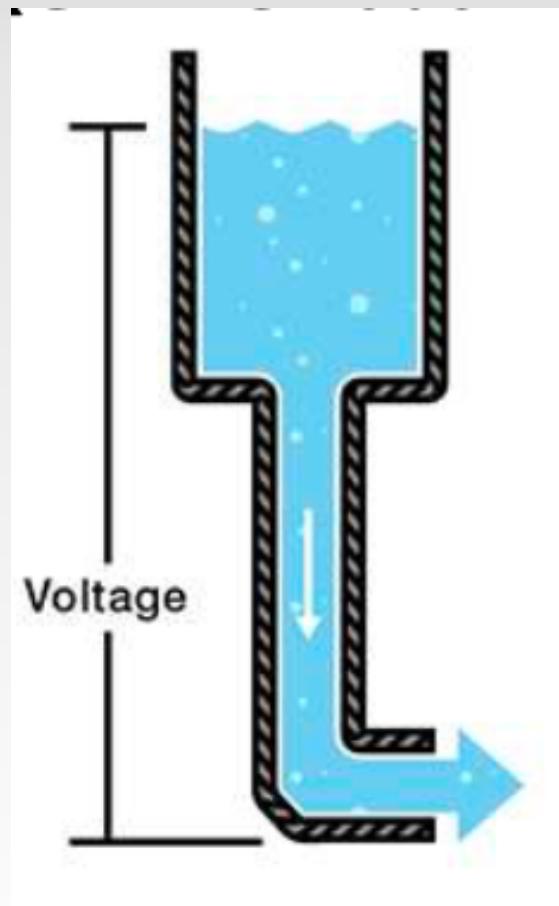
- V คือ แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น โวลต์
- I คือ กระแสไฟฟ้าผ่านวงจร หน่วยเป็น แอมป์
- R คือ ความต้านทานของวงจร หน่วยเป็น โอห์ม



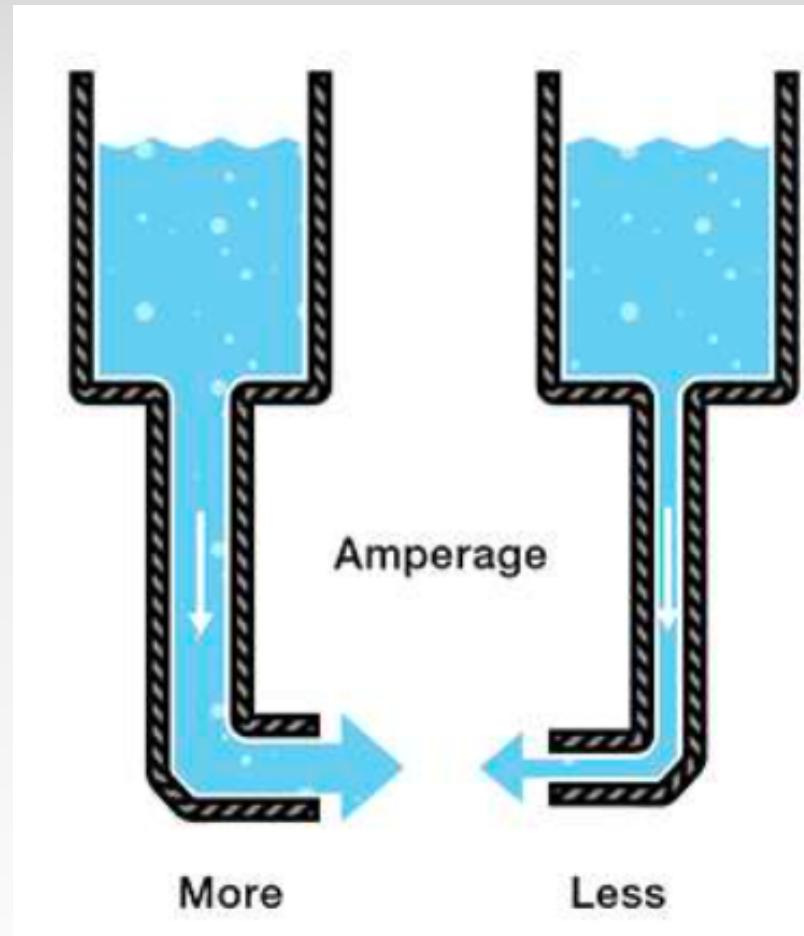
จอร์จ ไซมอน โอห์ม
Georg Simon Ohm

V แรงดันไฟฟ้า

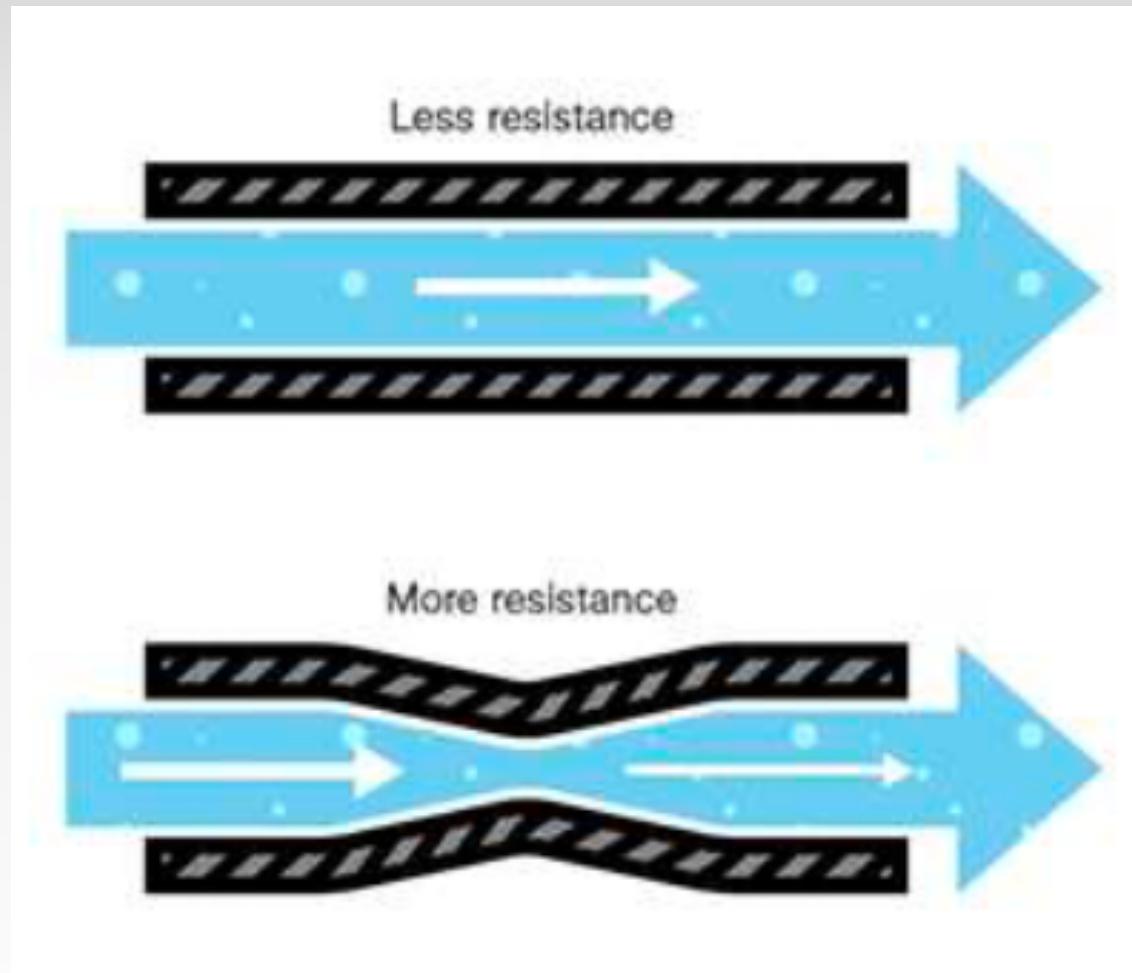
- V แรงดันไฟฟ้า (บางทีอาจใช้ E: electromotive force)

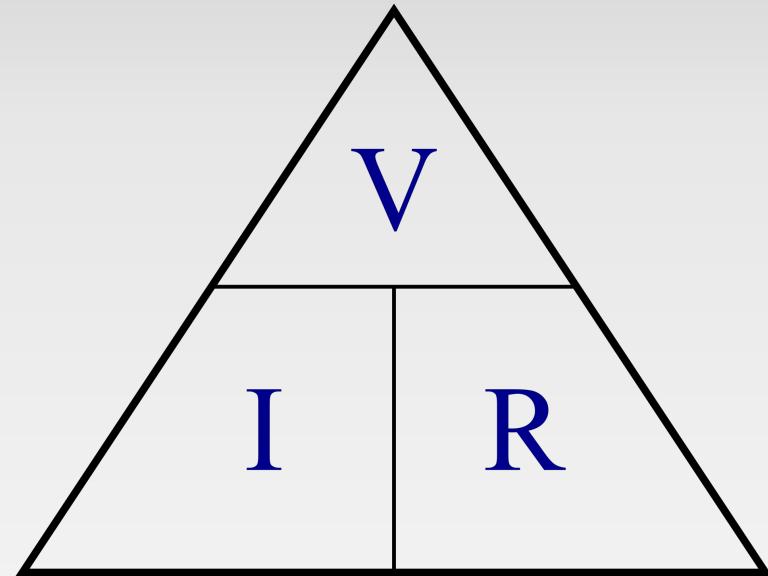


I กระแสไฟฟ้าผ่านวงจร



R ความต้านทานของวงจร





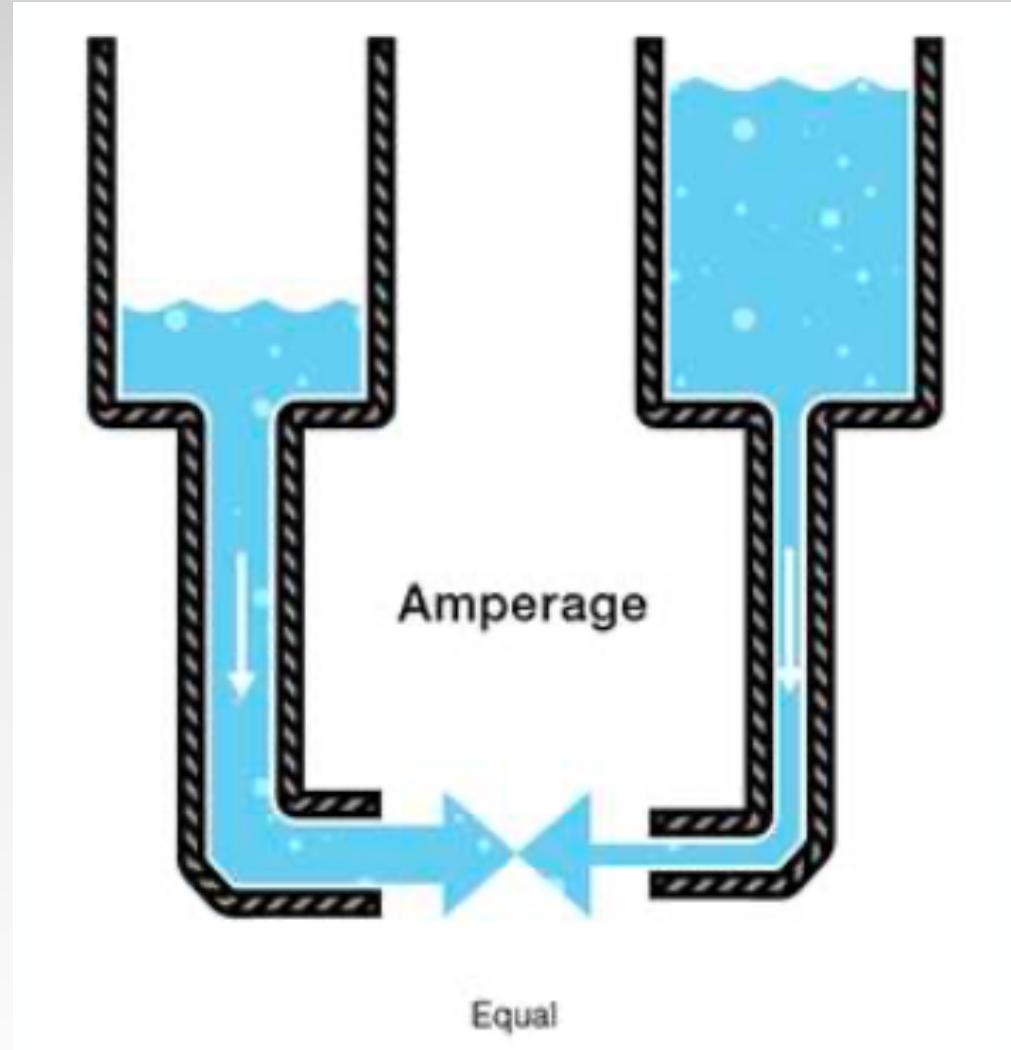
$$V = IR$$

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

สิ่งที่เรียกว่า Power

- V สูง, I ต่ำ
- V ต่ำ, I สูง
- ให้บางสิ่งที่เท่ากัน

P กำลังไฟฟ้า



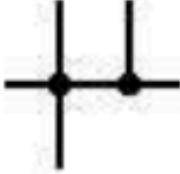
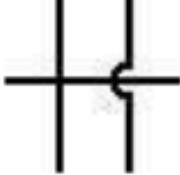
กำลังไฟฟ้า (Power)

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

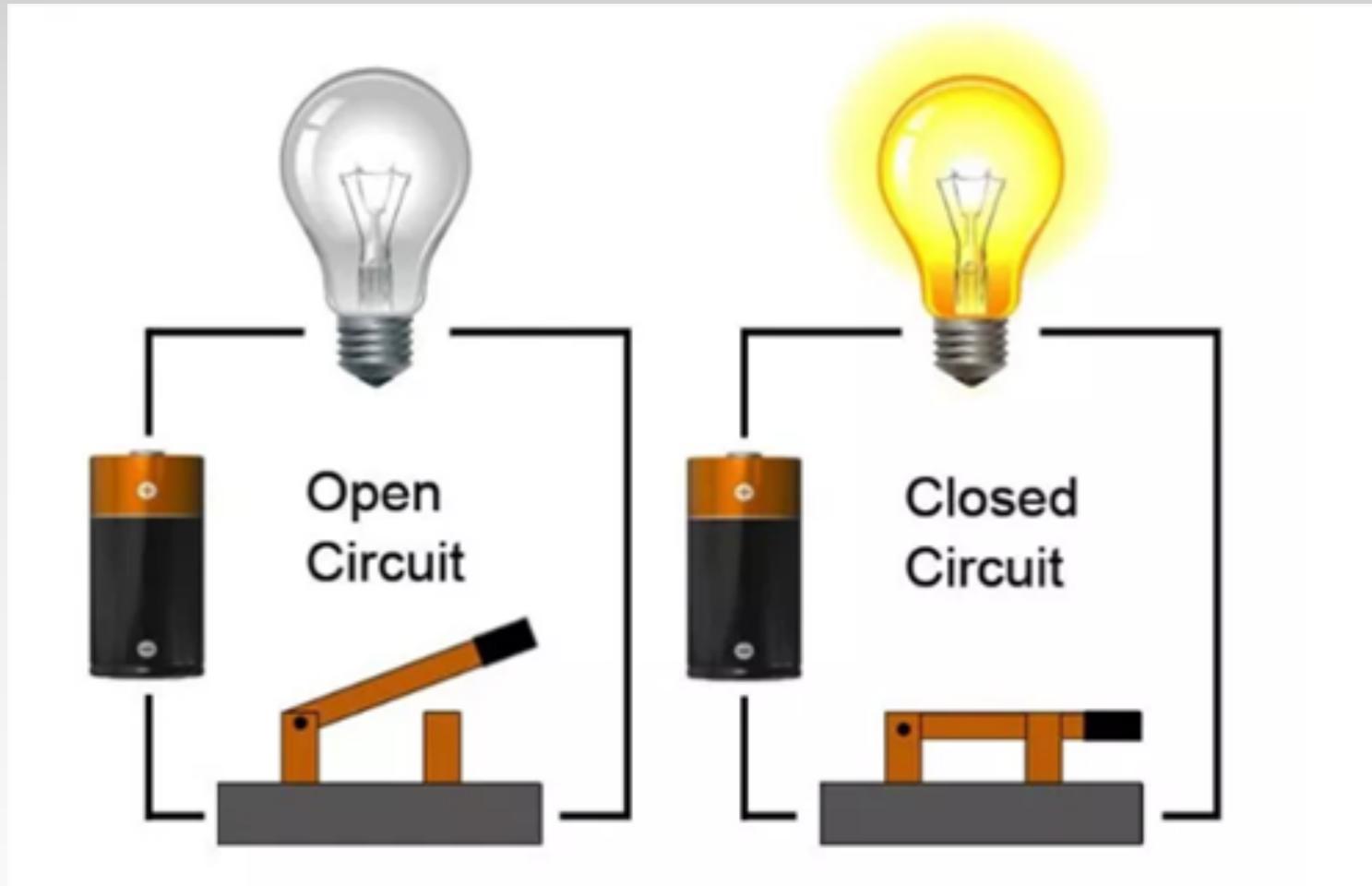
1 แรงม้า = 746 Watts



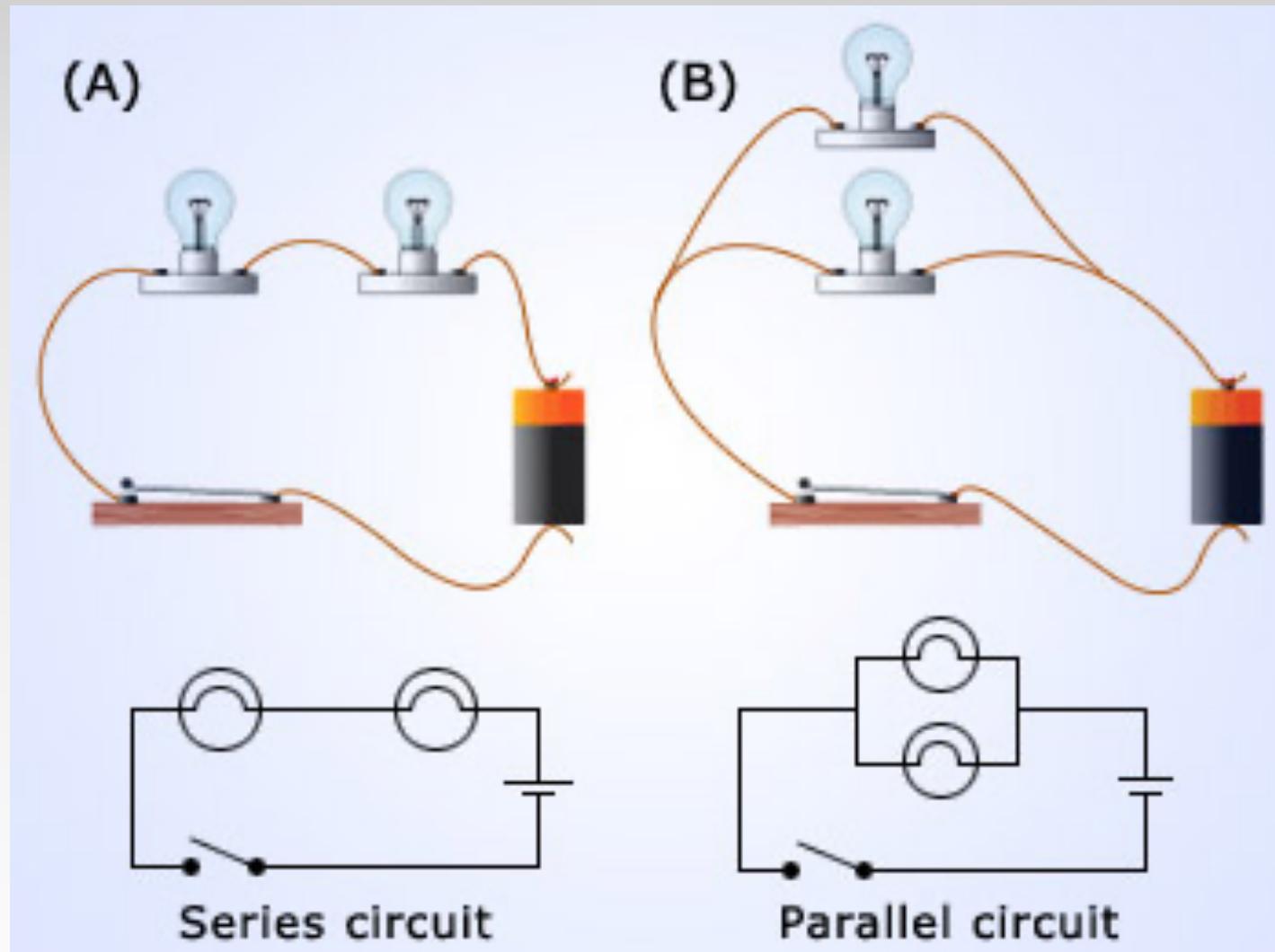
ສัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

	Electrical Wire
	Connected Wires
	Not Connected Wires
	Earth Ground
	Lamp / light bulb
	Diode
	Capacitor
	Inductor
	Resistor
	DC voltage source
	AC voltage source

ວົງຈາດເປີດ vs ວົງຈາດປັດ

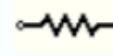


សំគាល់ vs ខាង



R-L-C

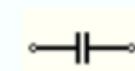
R : Resistor (รีซิสเตอร์)

= ตัวต้านทาน  

L : Inductor (อินดัคเตอร์)

= ตัวเหนี่ยวนำ  

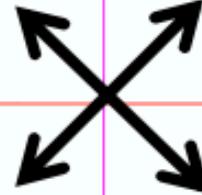
C : Capacitor (คากาซิเตอร์)

= ตัวเก็บประจุ  

- ถ้าใช้ R กี่มีค่ากบกำลังไฟฟ้า (Watt) ต่ำกว่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในวงจร จะทำให้ R ร้อนจนไหม้ได้

คำนวณ ต้านทาน/เหนือขึ้นนำ/ความจุ

	วงจรอนุกรม (Series)	วงจรขนาน (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) 	$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	$C_{total} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$



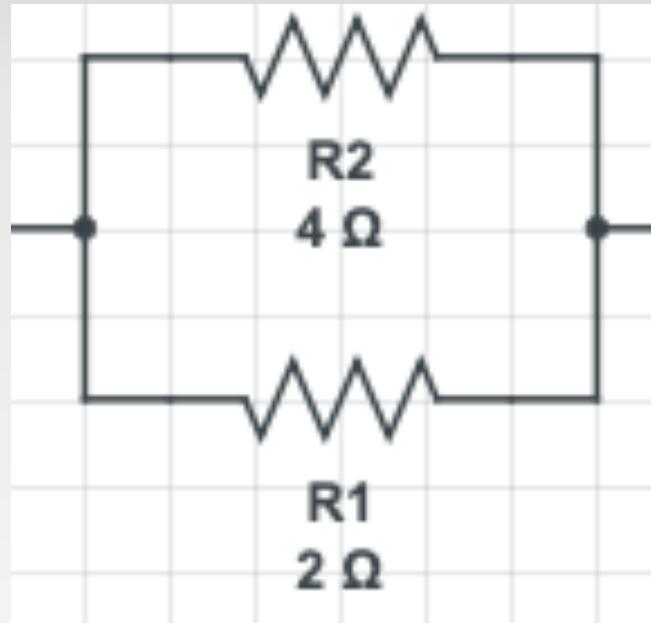
R - សំគាល់



- គ្រប់គ្រង់សំគាល់

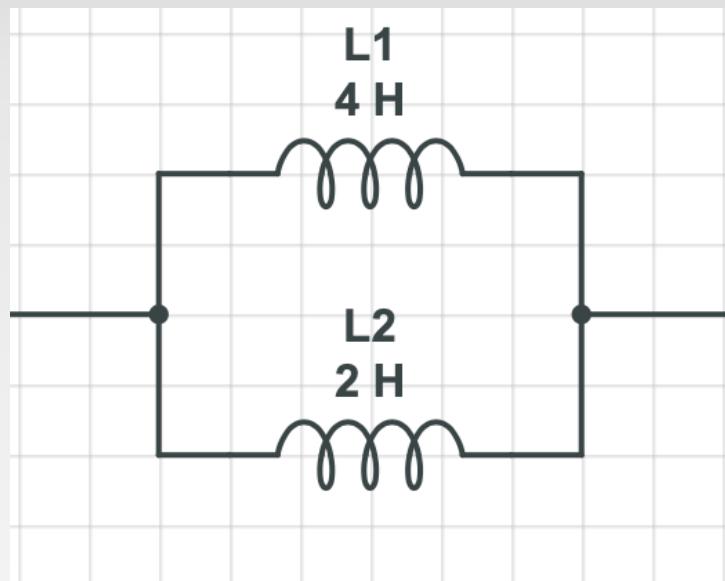
$$\begin{aligned}R_{TOTAL} &= R_1 + R_2 \\&= 2 + 4 \\&= 6\Omega\end{aligned}$$

R - սնու



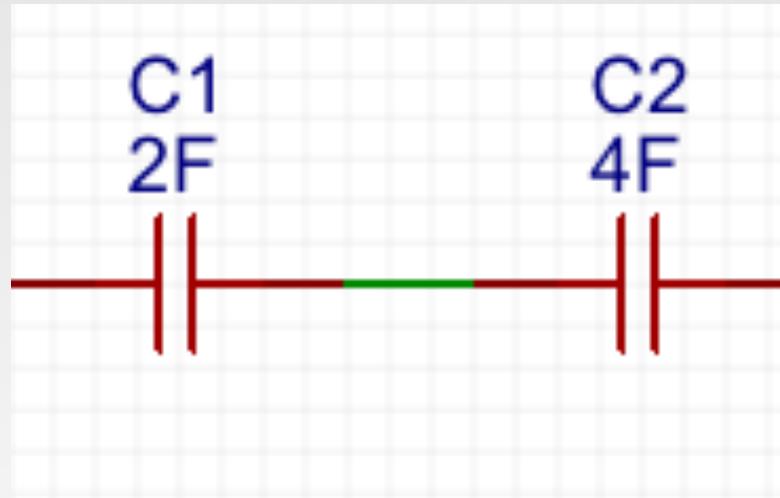
$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{TOTAL}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ &= \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \\ \frac{1}{R_{TOTAL}} &= \frac{3}{4} \\ R_{TOTAL} &= \frac{4}{3} \Omega\end{aligned}$$

L (inductor) - խան



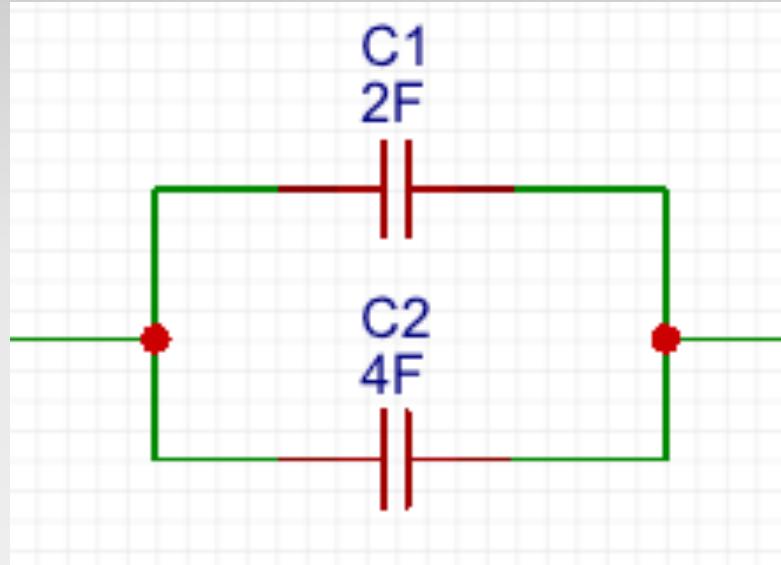
$$\begin{aligned}\frac{1}{L_{TOTAL}} &= \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ &= \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \\ \frac{1}{L_{TOTAL}} &= \frac{3}{4} \\ L_{TOTAL} &= \frac{4}{3} H\end{aligned}$$

C - សុវត្ថិភាព



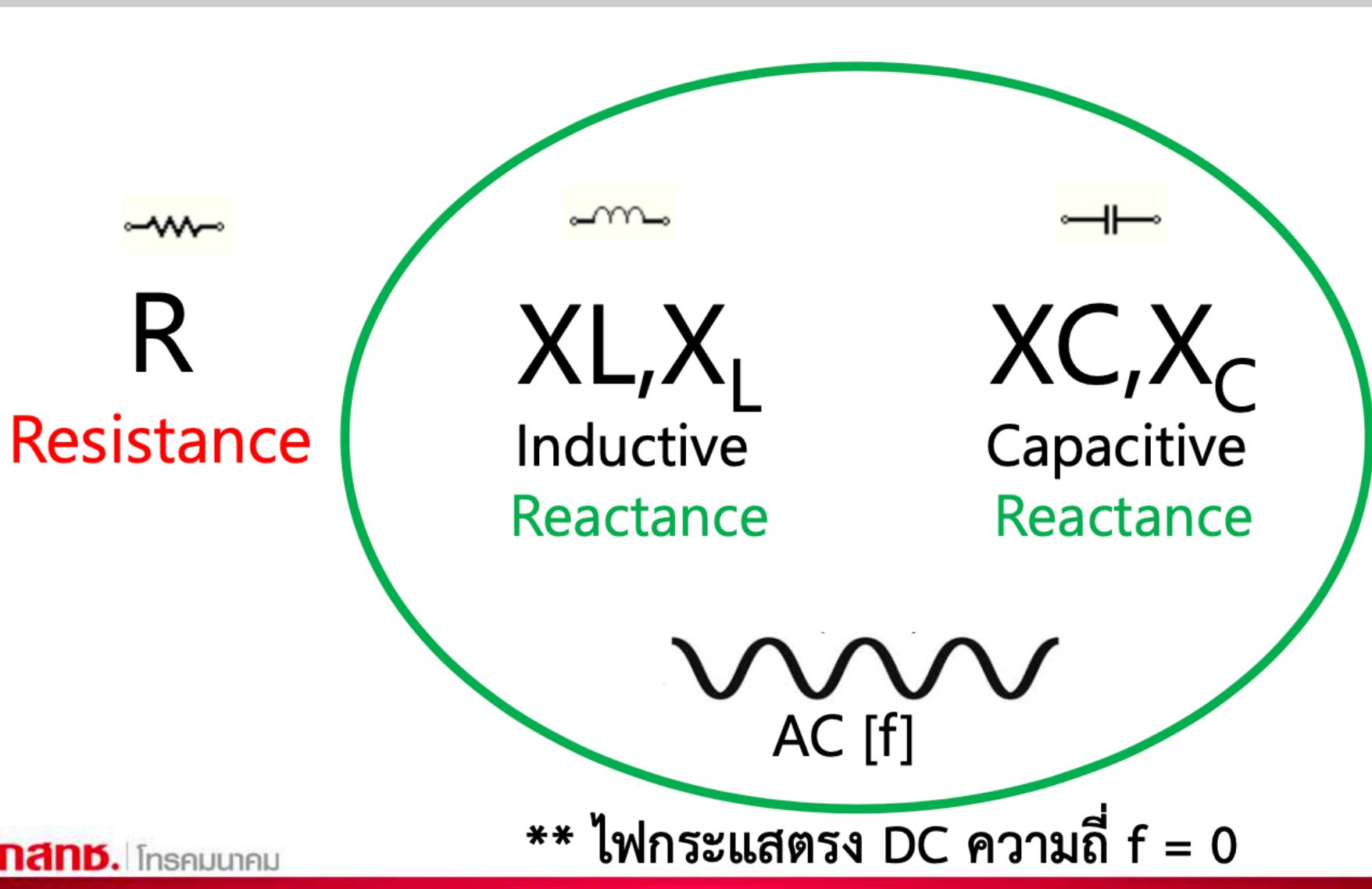
$$\begin{aligned}\frac{1}{C_{TOTAL}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ &= \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \\ \frac{1}{C_{TOTAL}} &= \frac{3}{4} \\ C_{TOTAL} &= \frac{4}{3} F(\text{Farad})\end{aligned}$$

C - խան



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

ความต้านทาน (R-L-C)



สูตรค่าความต้านทาน C และ L

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

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

ความถี่สูงขึ้น ความต้านทานจะลดลง

$$f \uparrow, X_C \downarrow$$

X_C = ค่า capacitive reactance มีหน่วยเป็น ohms

f = ค่าความถี่มีหน่วยเป็น Hertz

C = ค่าความจุของคาปaciเตอร์ มีหน่วยเป็น Farads

$$\pi = 3.1416$$

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

$$X_L = 2\pi f L$$

ความถี่สูงขึ้น ความต้านทานจะสูงขึ้น

$$f \uparrow, X_L \uparrow$$

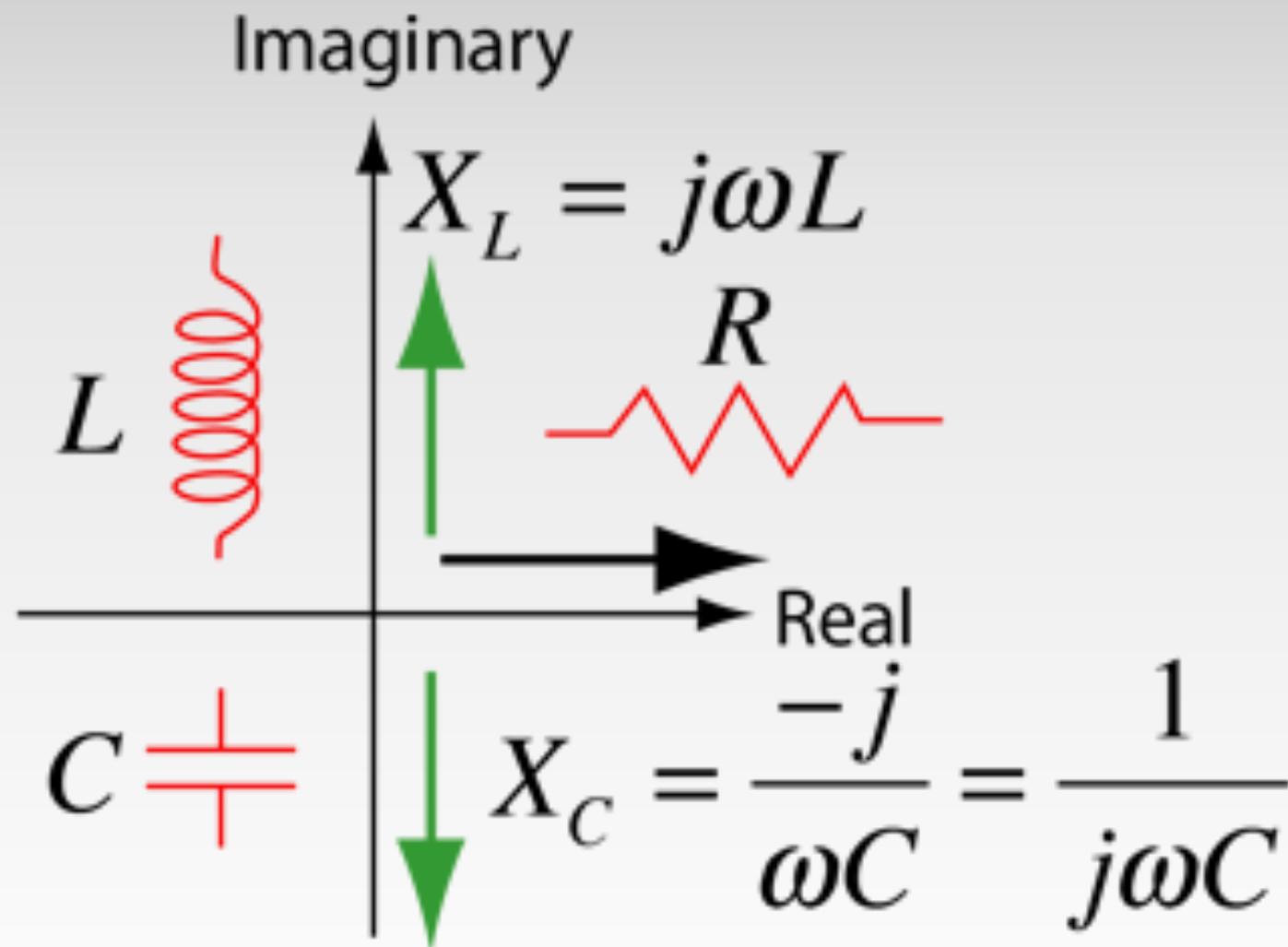
X_L = ค่า inductive reactance มีหน่วยเป็น ohms

f = ค่าความถี่มีหน่วยเป็น Hertz

L = ค่าความเหนี่ยวนำ มีหน่วยเป็น Henrys

$$\pi = 3.1416$$

ความต้านทาน Reactance



อัมพีเดนซ์ (Impedance : Z)

R
Resistance

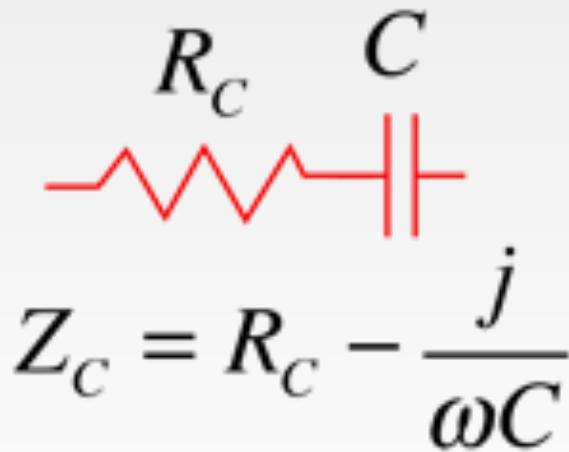
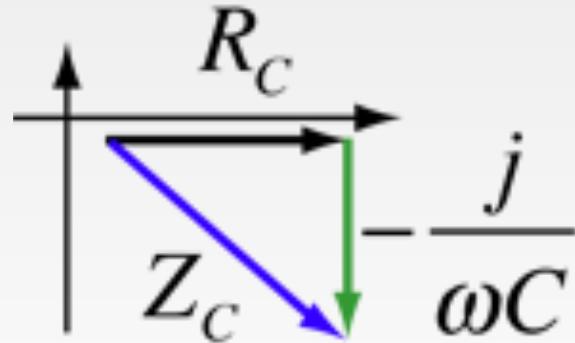
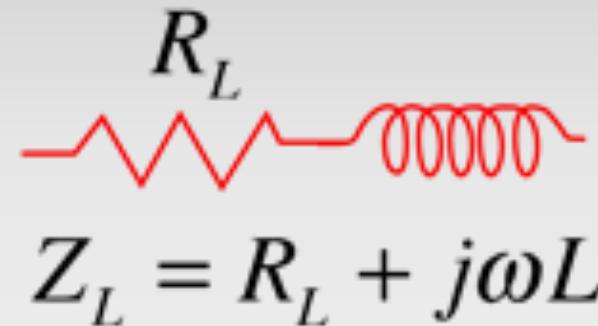
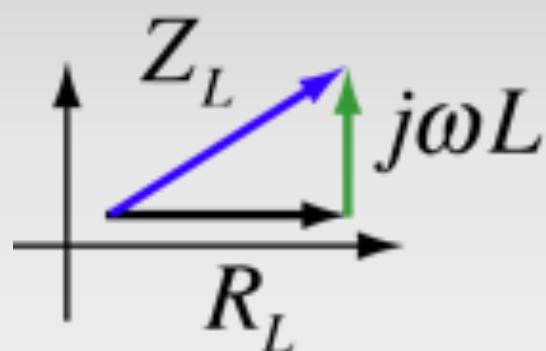
X_L, X_L
Inductive
Reactance

X_C, X_C
Capacitive
Reactance

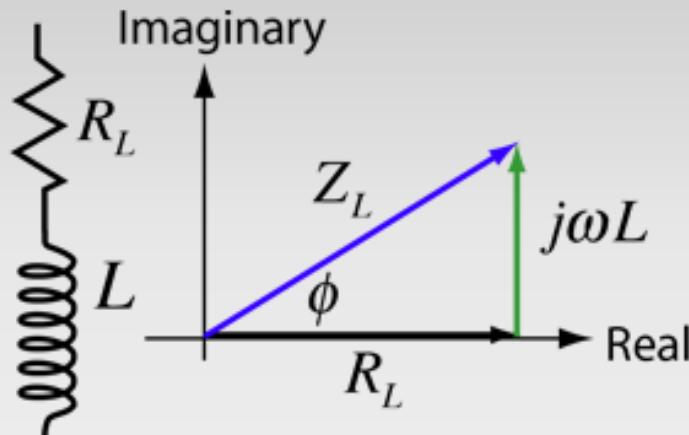
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

- สายนำสัญญาณ สายอากาศ มีโครงสร้างเป็นวงจรสมมูล RLC

ອົນພືແດນຊີ (Z)



ອົນພືແດນຂໍ Z_L ແລະ Z_C

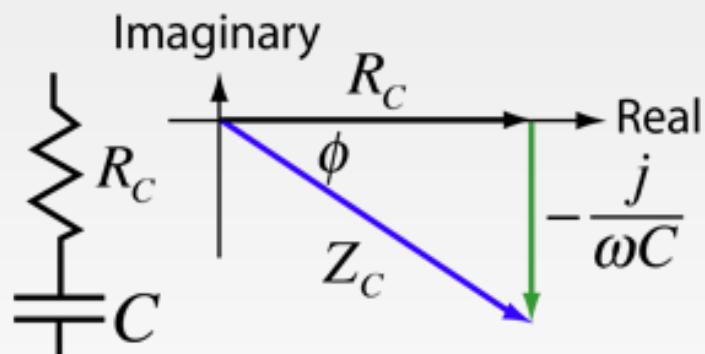


Cartesian form: $Z_L = R_L + j\omega L$

Polar form: $Z_L = |Z_L| e^{j\phi}$

where $|Z_L| = \sqrt{R_L^2 + \omega^2 L^2}$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R_L}$$



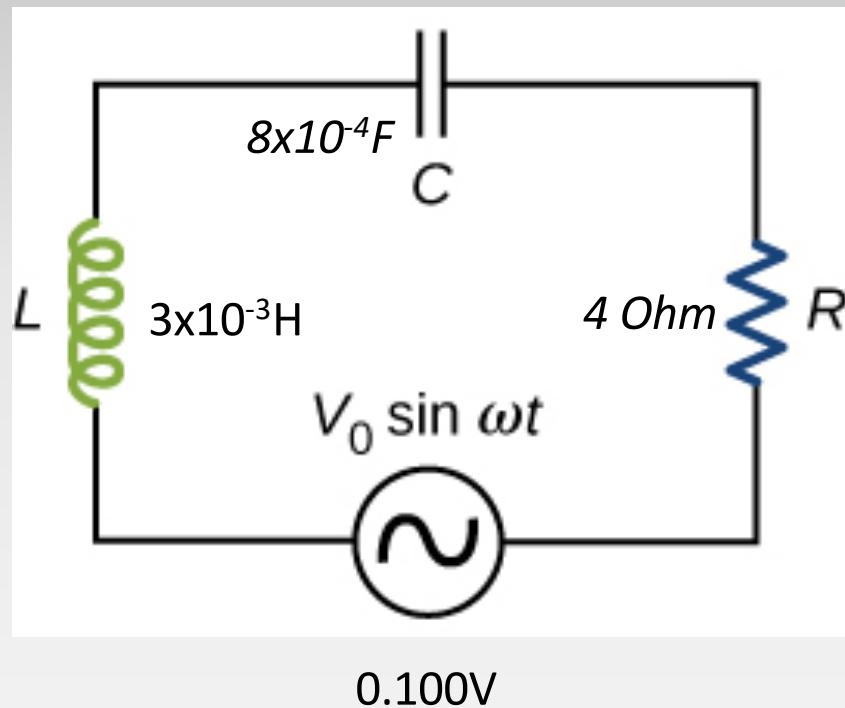
Cartesian form: $Z_C = R_C - \frac{j}{\omega C}$

Polar form: $Z_C = |Z_C| e^{j\phi}$

where $|Z_C| = \sqrt{R_C^2 + \left[\frac{-1}{\omega C}\right]^2}$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{-1}{\omega C R_C}$$

วงจร R-L-C แบบอนุกรม



- แหล่งจ่าย AC ความถี่ 200 Hz มีอัมป์รัม 0.100V
- ถ้า $R=4.00 \text{ Ohm}$, $L=3 \times 10^{-3} \text{ H}$ และ $C=8.00 \times 10^{-4} \text{ F}$
- จงคำนวณ $X_C, X_L, Z, I(t)$, และ phase

a. From Equation 12.2.1, the capacitive reactance is

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi(200 \text{ Hz})(8.00 \times 10^{-4} \text{ F})} = 0.995\Omega.$$

b. From Equation 12.2.6, the inductive reactance is

$$X_L = \omega L = 2\pi(200 \text{ Hz})(3.00 \times 10^{-3} \text{ H}) = 3.77 \Omega.$$

c. Substituting the values of R , X_C , and X_L into Equation [12.3.3](#), we obtain for the impedance

$$Z = \sqrt{(4.00 \text{ } \Omega)^2 + (3.77 \text{ } \Omega - 0.995 \text{ } \Omega)^2} = 4.87 \text{ } \Omega.$$

d. The current amplitude is

$$I_0 = \frac{V_0}{Z} = \frac{0.100 \text{ V}}{4.87 \text{ } \Omega} = 2.05 \times 10^{-2} \text{ A.}$$

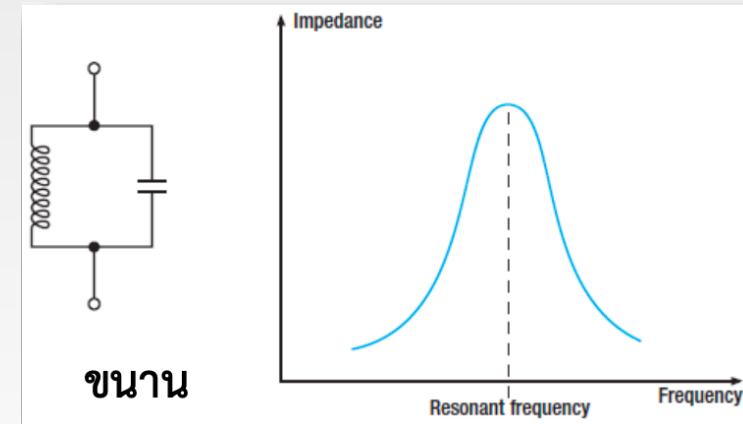
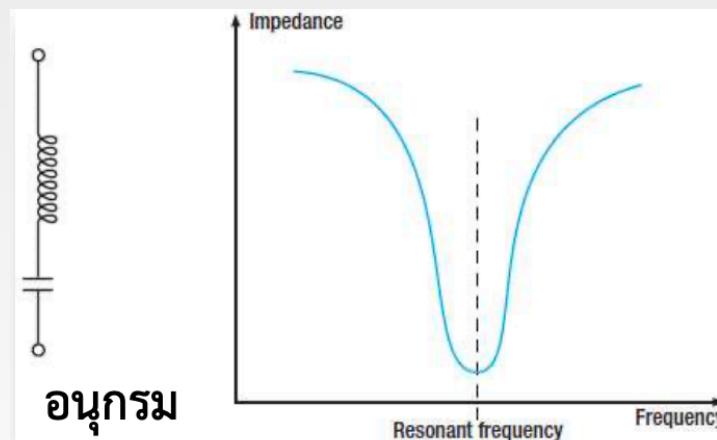
e. From Equation [12.3.1](#), the phase difference between the current and the emf is

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R} = \tan^{-1} \frac{2.77 \text{ } \Omega}{4.00 \text{ } \Omega} = 0.607 \text{ rad.}$$

ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance : F)

- เมื่อป้อนความถี่หนึ่งให้วงจร L และ C ที่ต่อร่วมกัน ทำให้เกิดค่าความต้านทาน (Reactance) $X_L = X_C$ เรียกว่า **ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance)**

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



กระแสไฟล์ได้ดีที่สุด

กระแสไฟล์ได้ยากที่สุด

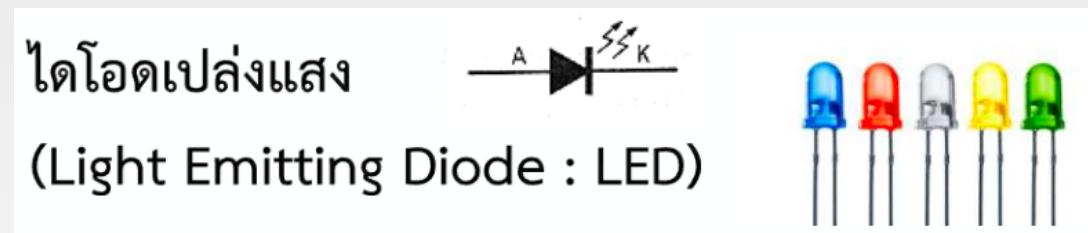
หลอดสุญญากาศ (vacuum tube)

- เป็นต้นกำเนิดหลักการทำงาน**กรานซิสเตอร์** อาศัยการให้ความร้อนเพื่อให้เกิดการปลดปล่อยอิเล็กตรอนในหลอดสุญญากาศ
- ใช้ประโยชน์ขยายแรงดันไฟฟ้า, เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง, ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่



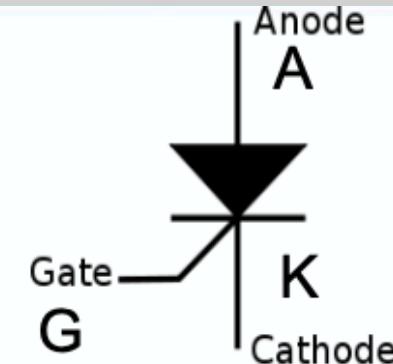
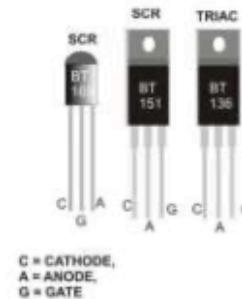
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

- สารกึ่งตัวนำ ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านแบบมีเงื่อนไข

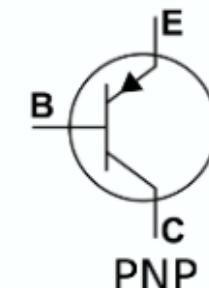
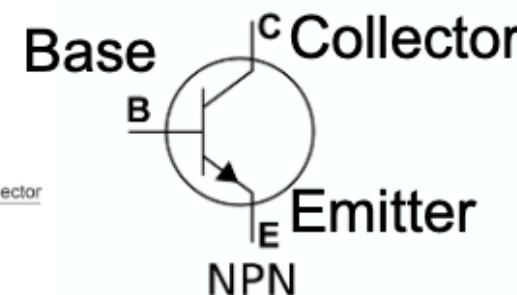
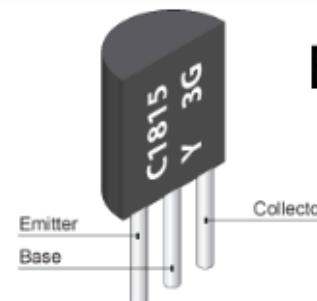


อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสาร



ทรานซิสเตอร์

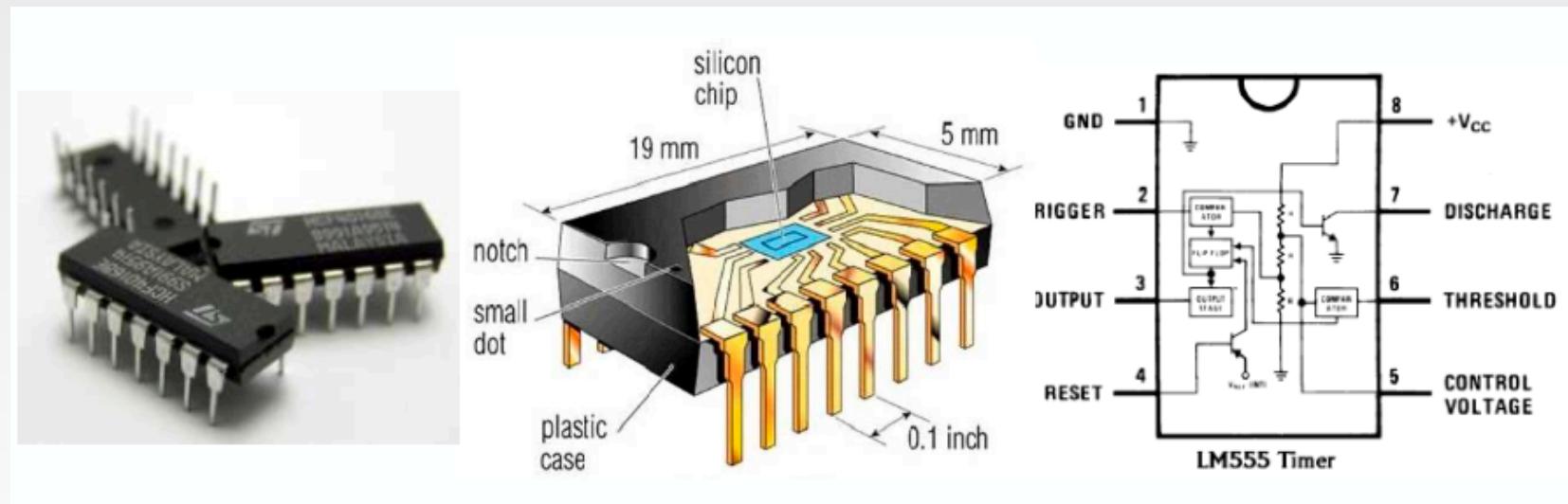


ตัวต้านทานปรับค่าได้



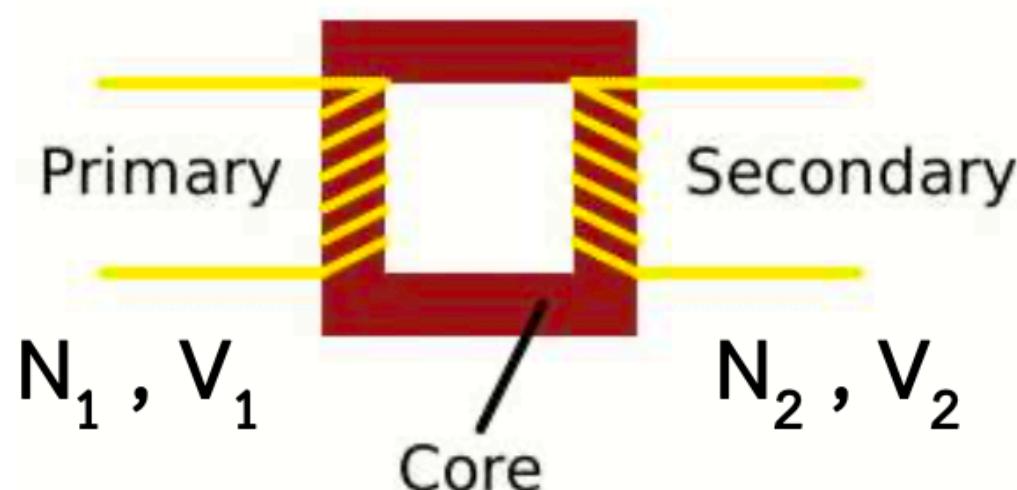
อุปกรณ์วิเล็คทรอนิกส์ (สารกึ่งตัวนำ)

- อินทิเกรทเซอร์กิต IC : Integrated Circuit
- เป็นวงจรรวมอิเล็คทรอนิกส์ ที่มีอุปกรณ์ต่อรวมกันอยู่ ประกอบด้วย ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และ ตัวต้านทาน



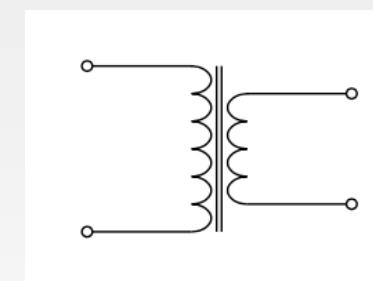
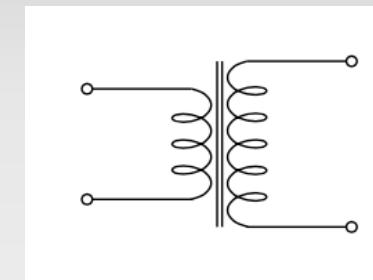
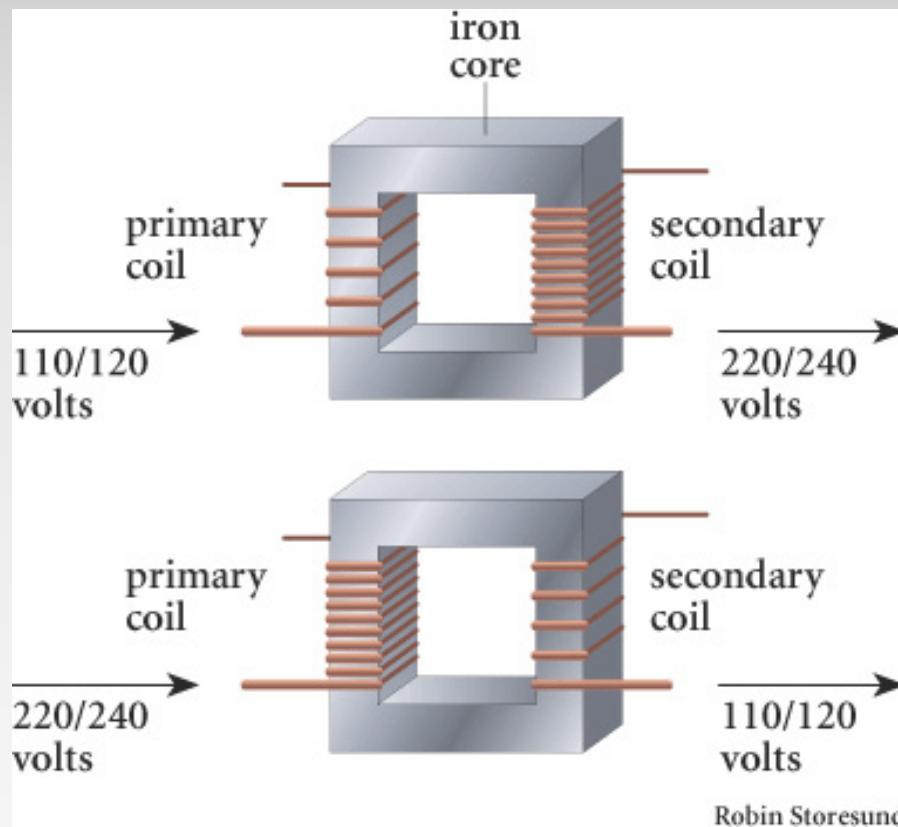
หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer)

- เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนขนาดแรงดันไฟฟ้า กระแสสัมภับ
- N จำนวนรอบขดลวด , V แรงดันไฟฟ้า

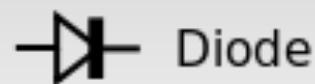


$$\frac{N_1 : N_2}{V_1 : V_2} =$$

កម្មវិធាន Step up/Step down



ស៊ិរីតុកបន្ទូរក្រណីវិគិតទូនិកត់



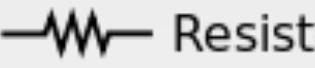
Diode



Capacitor



Inductor



Resistor



DC voltage
source



AC voltage
source



And gate



Nand gate



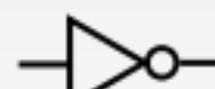
Or gate



Nor gate



Xor gate



Inverter
(Not gate)

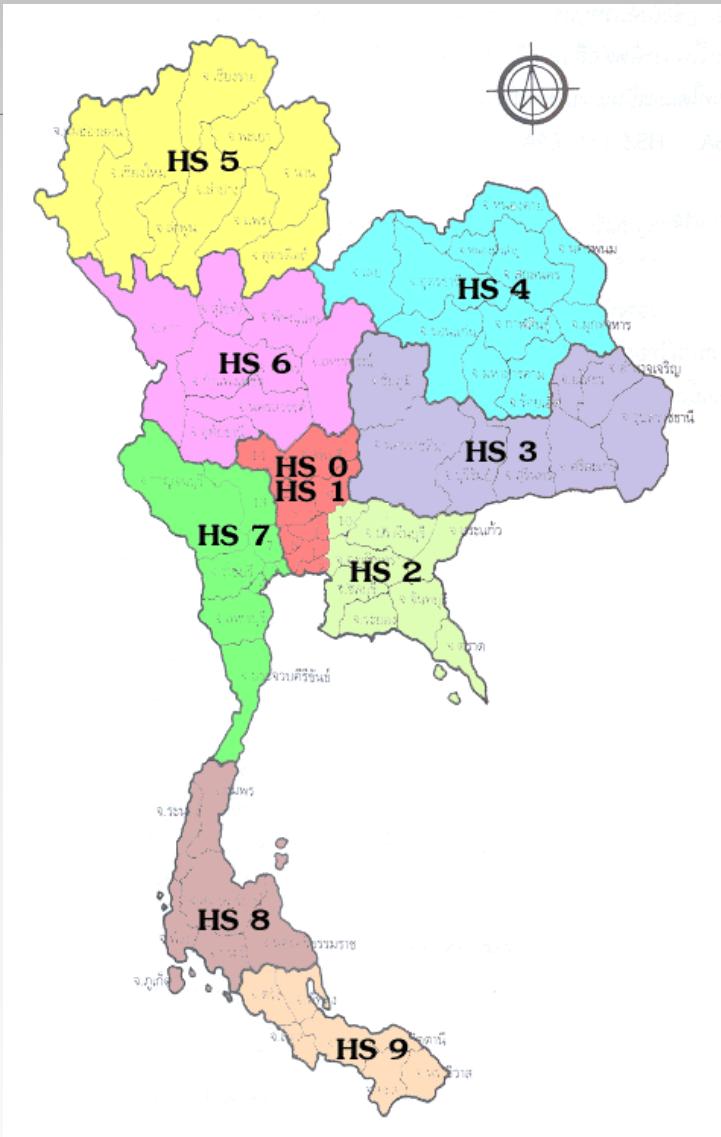
ເຄຣອງ



ໃນທີ່ນີ້ກຕົວຢ່າງ ວິທຍຸສ້ວສາດ

- ວິທຍຸໂໂຣຄມນາຄມ ມີເລືອດ ເຮັດວຽກ ວິທຍຸສ້ວສາດ ມີເລືອດ ວອຣ
- ໃຊ້ໃນກົງກາຣວິທຍຸສມັຄຣເລ່ນ
- ຜູ້ມີໃບອຸປະນາຕພນັກງານວິທຍຸສມັຄຣເລ່ນ~~ຂັ້ນຕັ້ນ~~ ໃຊ້ຄວາມຖີ່ 144-146.5MHz ກໍາລັງໄຟຟ້າ ເຄຣື່ອງສົ່ງ ໄມເກີນ 5W
- ພນັກງານວິທຍຸສມັຄຣເລ່ນຈະມີເຊື່ອເຮັດວຽກແກນເຊື່ອຈົງຮົງ
 - ນາມເຮັດວຽກ (Callsign)
 - ປະເທດໄທຍ~~ຂັ້ນຕັ້ນ~~ HS ແລະ E2





แบ่งเขตนา เรียกงาน

- จุดสั่งเกต ตามรหัสหลัก
และการหัสดีประชนี
 - สีลม/กรุงเทพ 10500
 - HS1xxx
 - เมืองนครพนม 48000
 - HS4xxx
 - ช้างคุลา/เชียงใหม่ 50100
 - HS5xxx

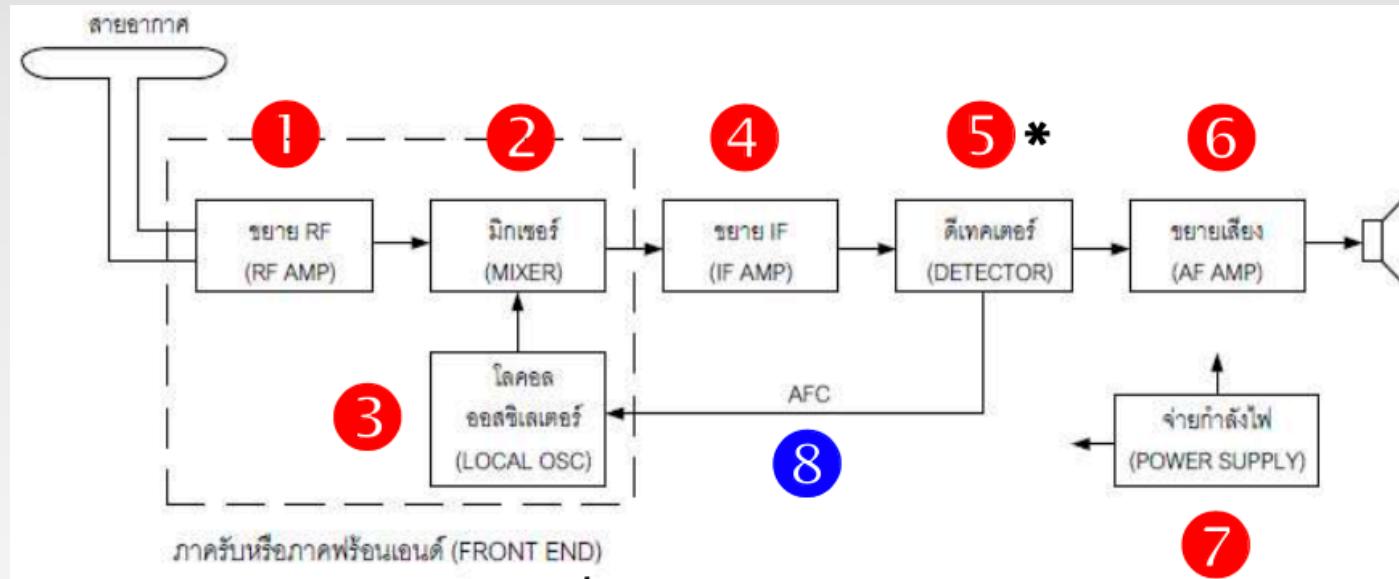
เครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์

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



บล็อกไซด์แกรมเครื่องวิทยุความนาคม Superheterodyne

- เครื่องรับวิทยุ Superheterodyne ทำงานได้ดีกว่าเครื่องรับแบบ TRF (Tuned Radio Frequency) โดยเพิ่มภาค IF



- ภาค Detector ในเครื่องรับวิทยุ FM บางครั้งอาจเรียกว่า Discriminator

1

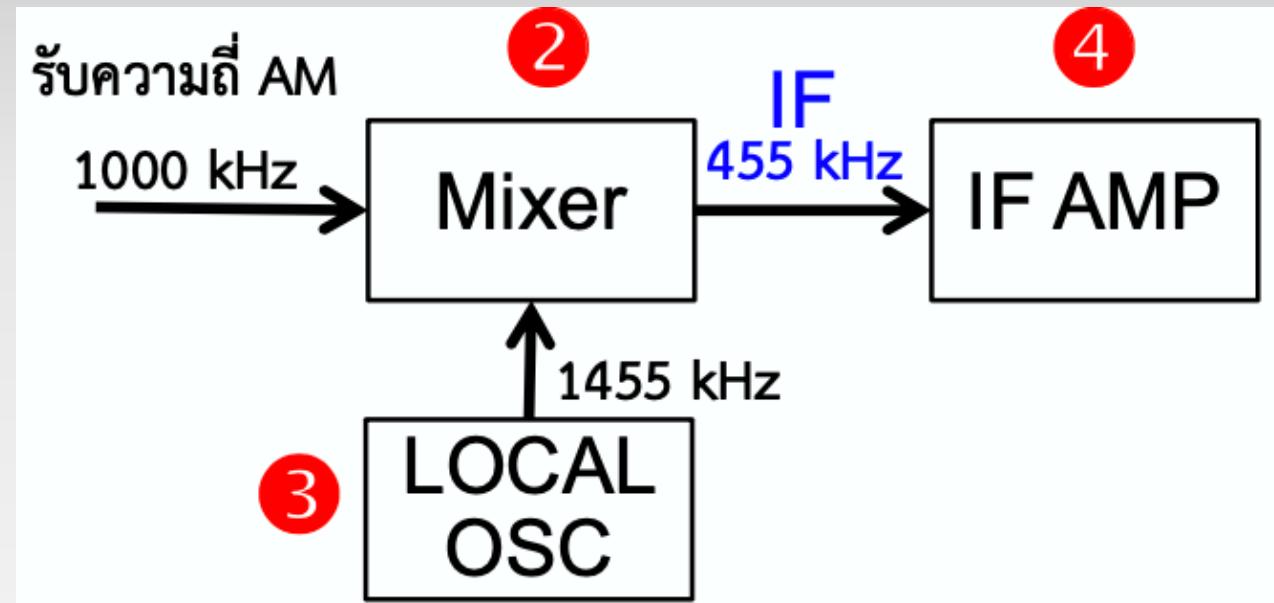
เครื่องขยายสัญญาณวิทยุ

- เป็นเครื่องขยายสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Power Amplifier)
- เพื่อเพิ่มพื้นที่กระจายสัญญาณ



ความถี่ในเวฟ (IF : Intermediate frequency)

- ตัวอย่าง

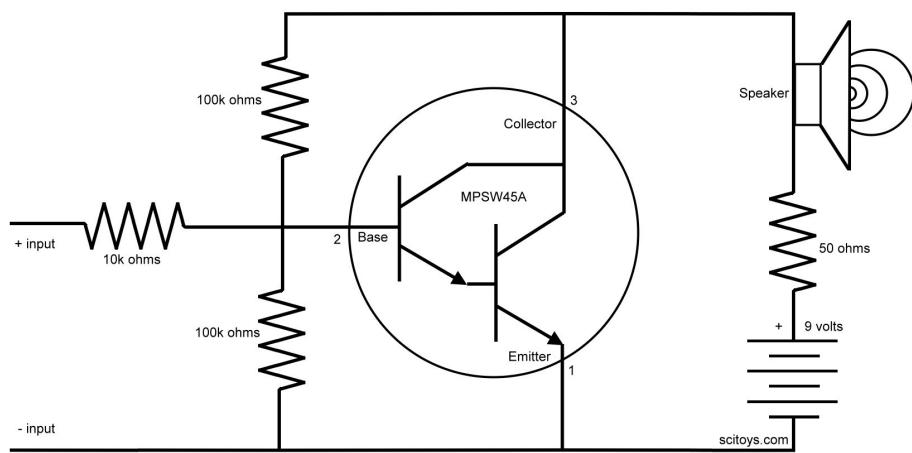


- ความถี่ IF กี่นิยม
 - Superheterodyne FM : IF = 10.7 MHz
 - Superheterodyne AM : IF = 455 kHz

ภาคขยายสัญญาณเสียง (AF Amplifier)

- อายุในวงจรวิถีคุณนาม ขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้น

1 watt audio amplifier

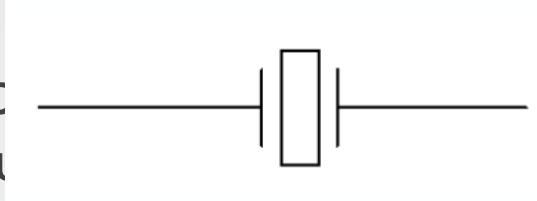


แรร์บังคับความถี่ (Crystal)

3

- แรร์บังคับความถี่ ให้กำเนิดความถี่เฉพาะค่าหนึ่ง เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า ใช้ในเครื่องวิทยุฯ แบบสั้นเคราะห์ความถี่ (Synthesizer) และสามารถกำเนิดได้หลายความถี่ ตามคุณสมบัติของแรร์บ

- ใช้งาน



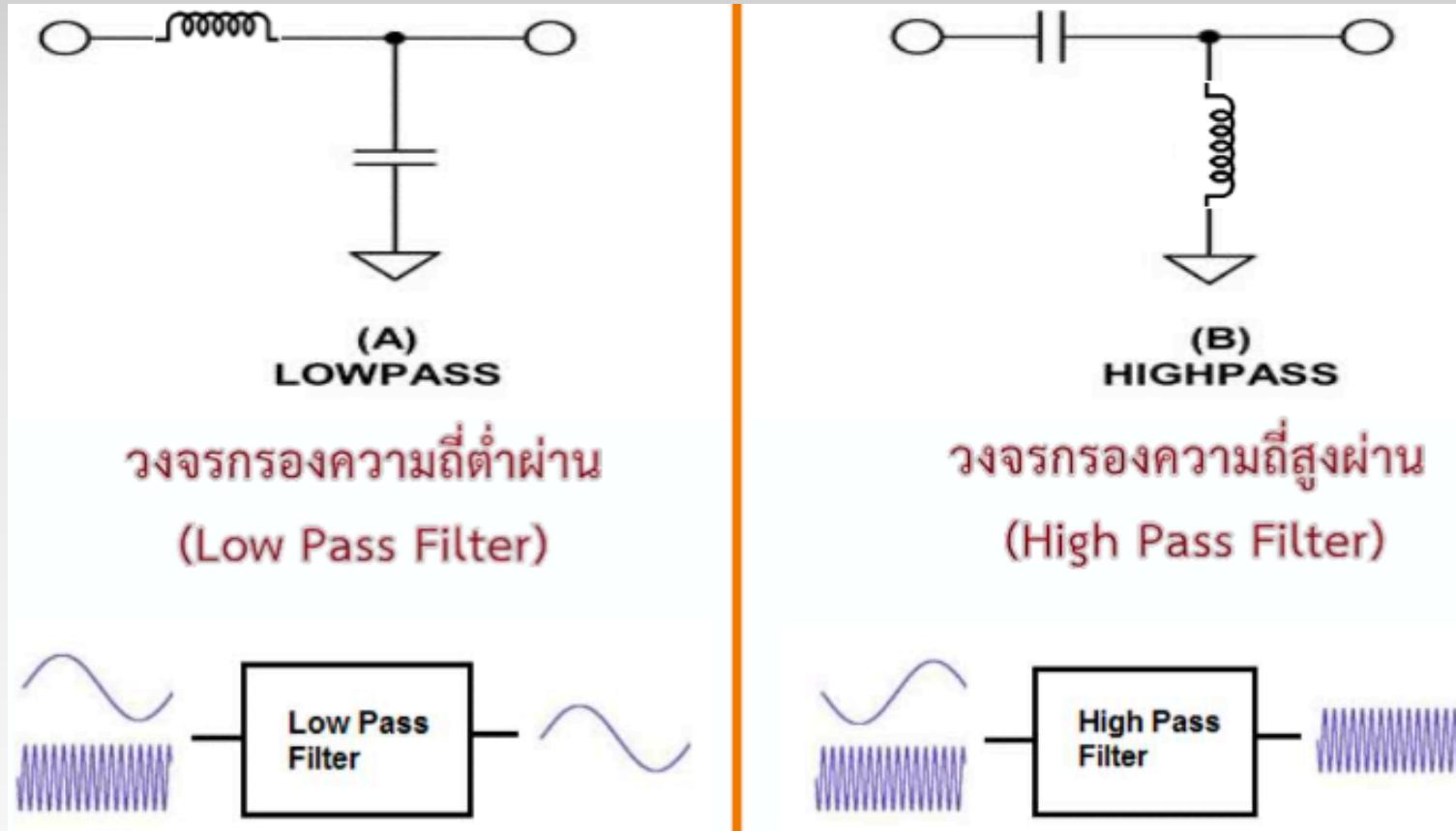
ความถี่ให้ตั้ง
7.023MHz ตัว

- แรร์บ

- ต้องคูณด้วย $144/7.023 = 20.5$



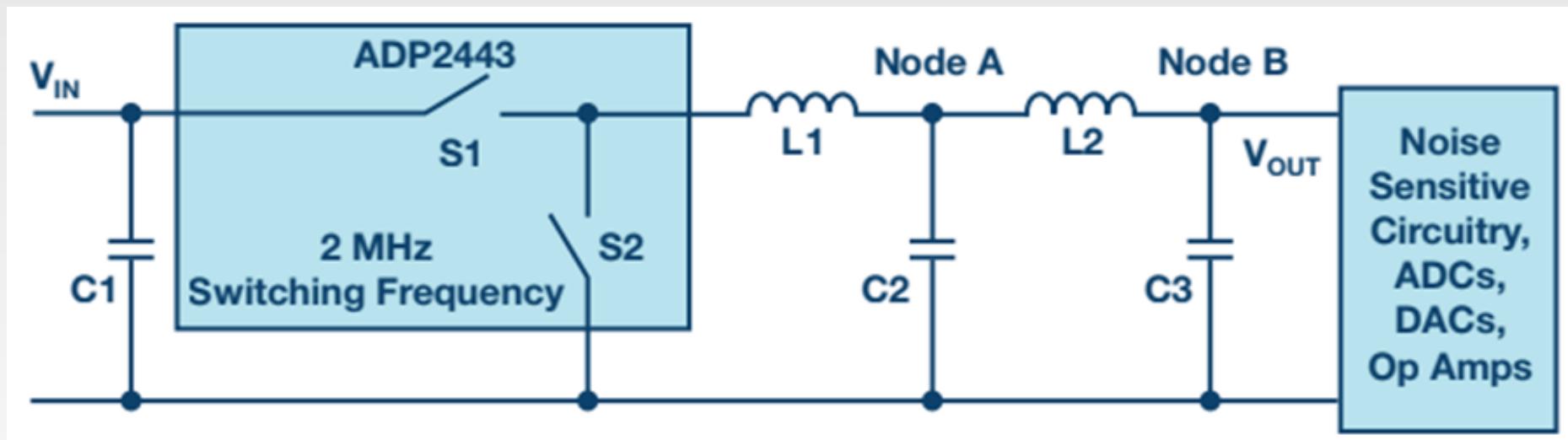
วงจรกรองความถี่วิทยุ



ใช้ในภาค Power Supply ด้วย
Switching Regulator Noise Reduction

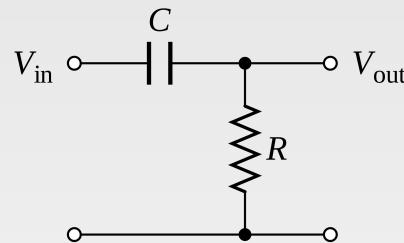
วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

- ให้เฉพาะความถี่ต่ำผ่าน
 - เช่น Switch power supply

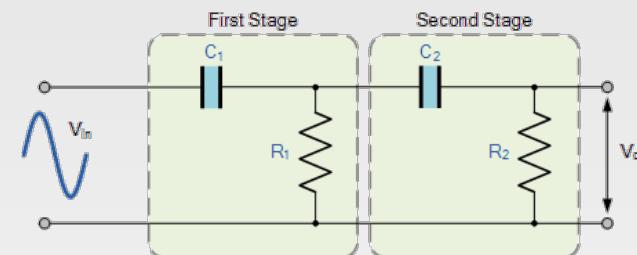


วงจรกรองความถี่สูงผ่าน

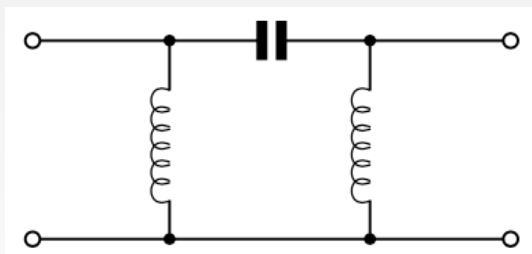
- การใช้งาน
 - กรองเสียงให้ลำโพง tweeter



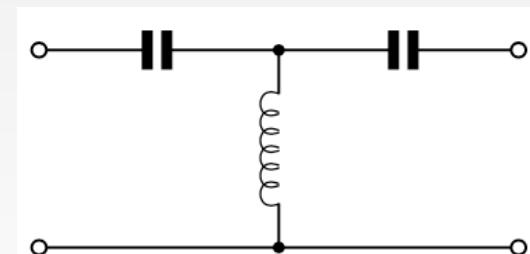
A first-order (single-pole passive)



Second order high pass filter



Third-pole (π Section LC filter)



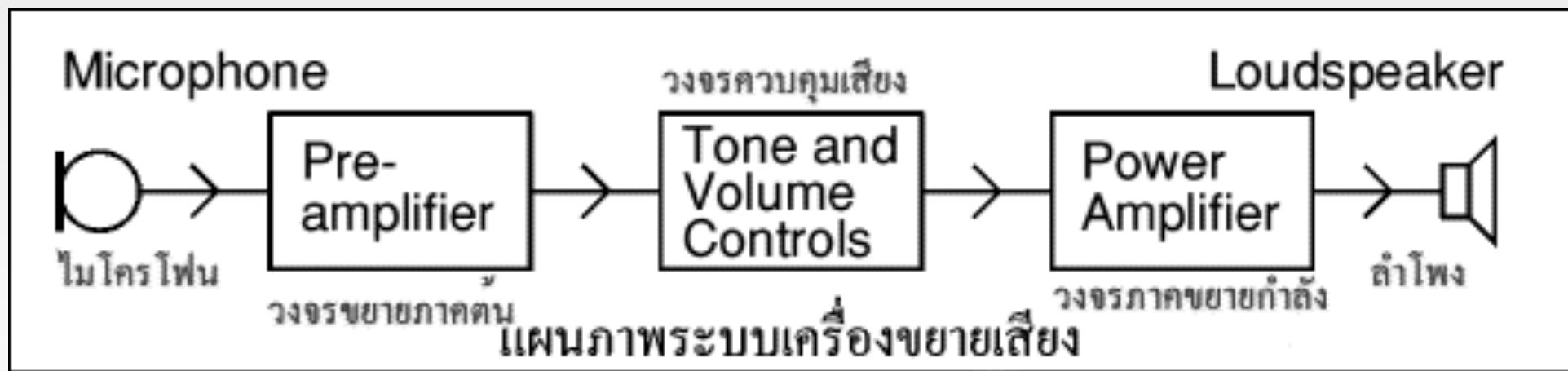
Third-pole (T Section LC filter)

ไมโครโฟน (Microphone)

- แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

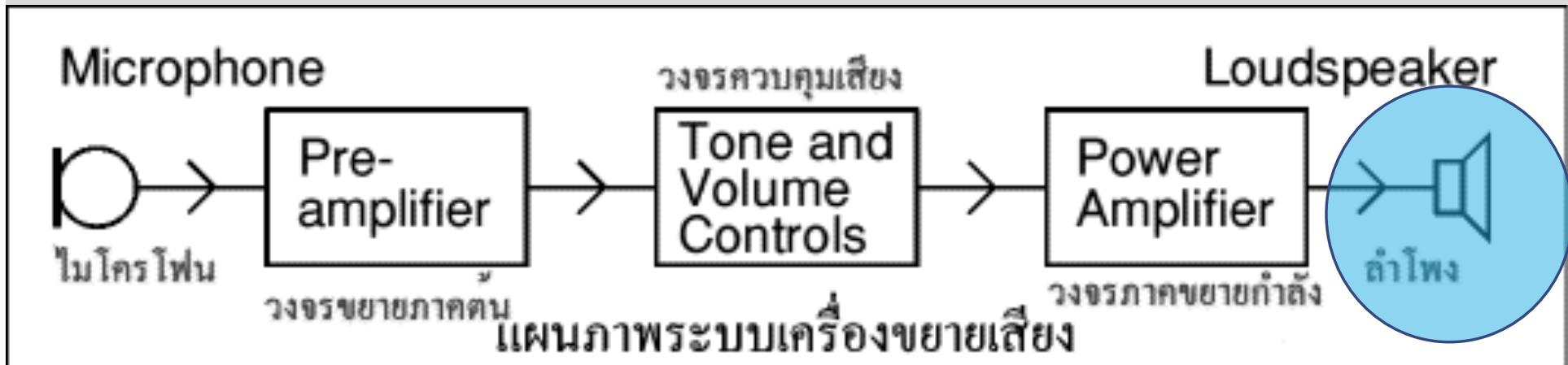


MEMS



ลำโพง (Speaker)

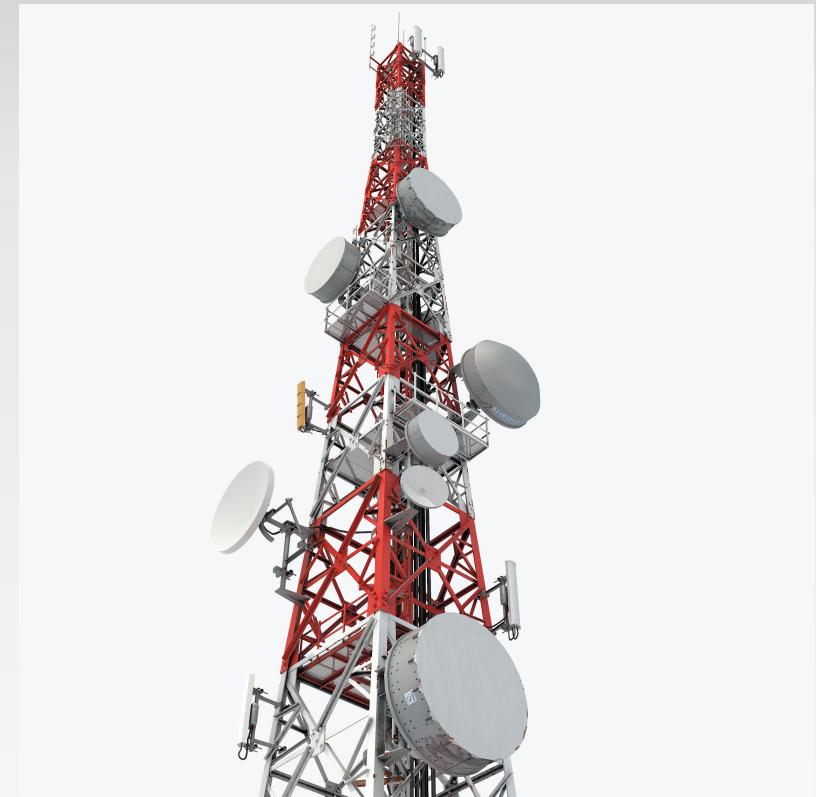
- แปลงสัญญาณไฟฟ้า เป็นสัญญาณเสียง



- ลำโพงเสียงกลาง มิดレンจ์ (midrange)
- ลำโพงเสียงกุ้ม วูฟเฟอร์ (woofer)

สายอากาศ (Antenna)

- เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ประเภทสายอากาศ
 - แบบรอบตัว (Omni-directional) เช่น
 - Whip Telescopic, Quarter wave ground plane)
 - แบบบังคับทิศทาง (Directional) เช่น
 - Dipole, Log-Periodic , Yagi-Uda



ວິປ(Whip) ແລະ ເທເລສໂຄປິກ(Telescopic)

- ແບບຮອບຕົ້ວ (Omni-directional)
- ສໍາຮັບ HF,VHF, UHF



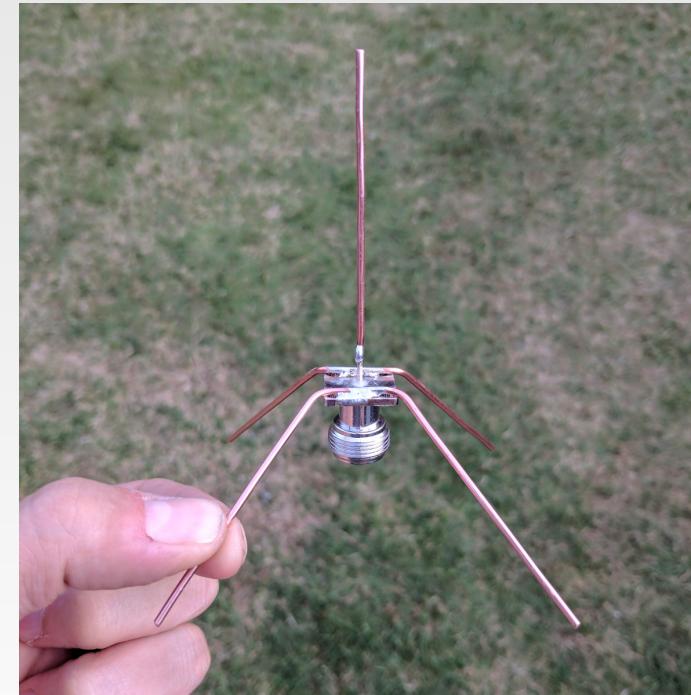
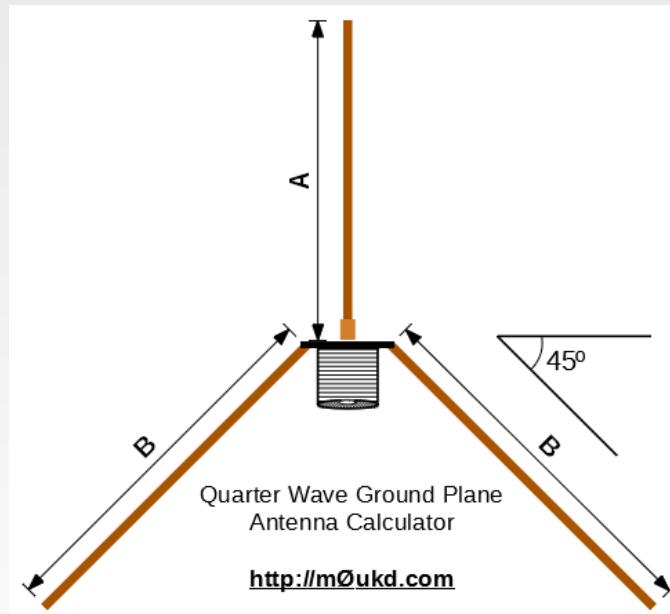
Whip



Telescopic

Quarter Wave Ground Plane

- 1/4 wave length () $\frac{1}{4}\lambda$
- แบบรอบตัว (Omni-directional)
- HF, VHF, UHF



สายอากาศแบบໄດໂວ

- สายอากาศแบบมีกิจการ
- HF,VHF

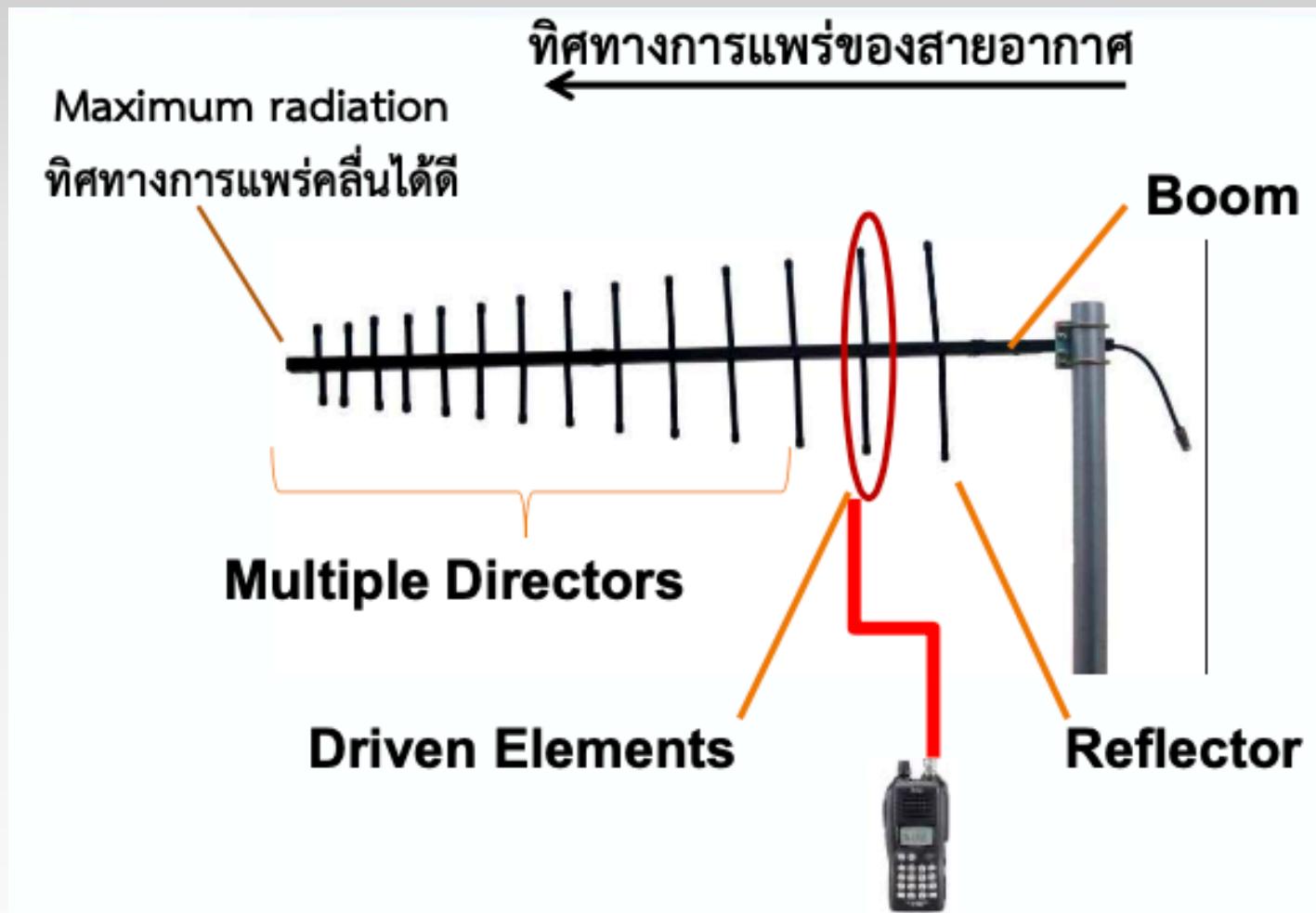


สายอากาศแบบ Log-periodic

- ความถี่ตั้งแต่ LF ถึง UHF

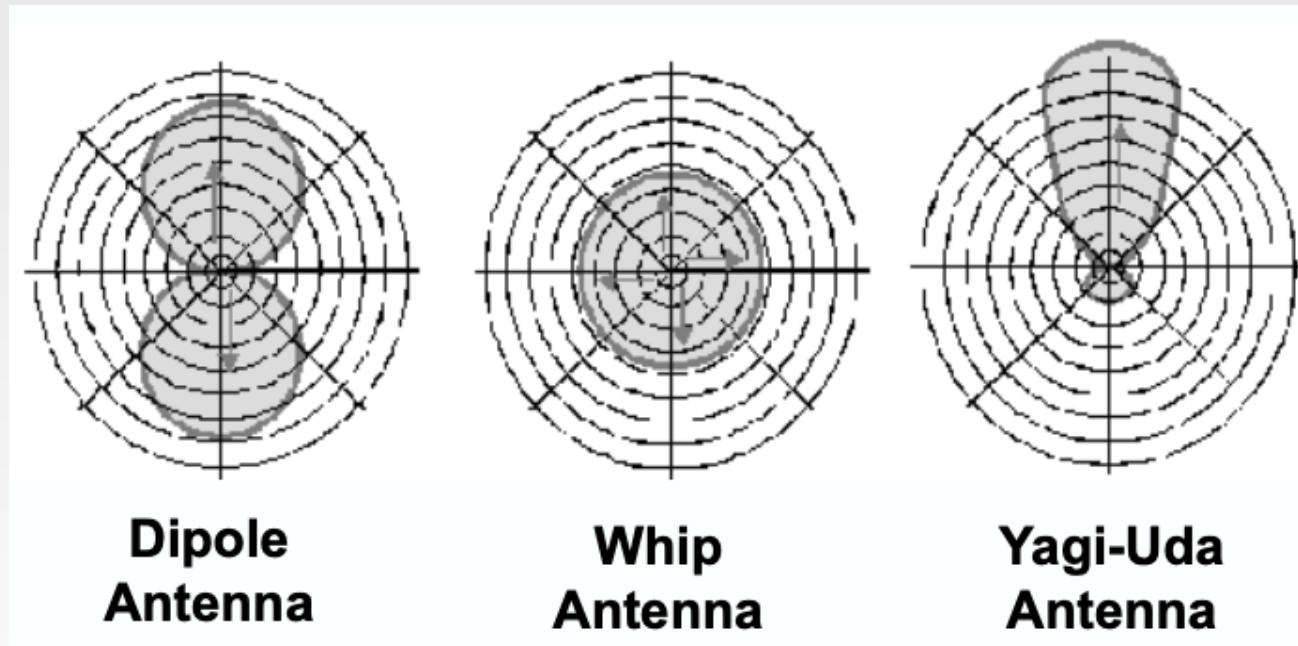


สายอากาศแบบยาคิ อุดา (Yagi-Uda Antenna)



เรดิเวชัน แพทเทิร์น (Radiation Pattern)

- รูปแบบการแพร่คลื่นของสายอากาศ
- มองจากบน



**Dipole
Antenna**

**Whip
Antenna**

**Yagi-Uda
Antenna**

เรดิเอชัน รีซิสแตนซ์ (Radiation Resistance)

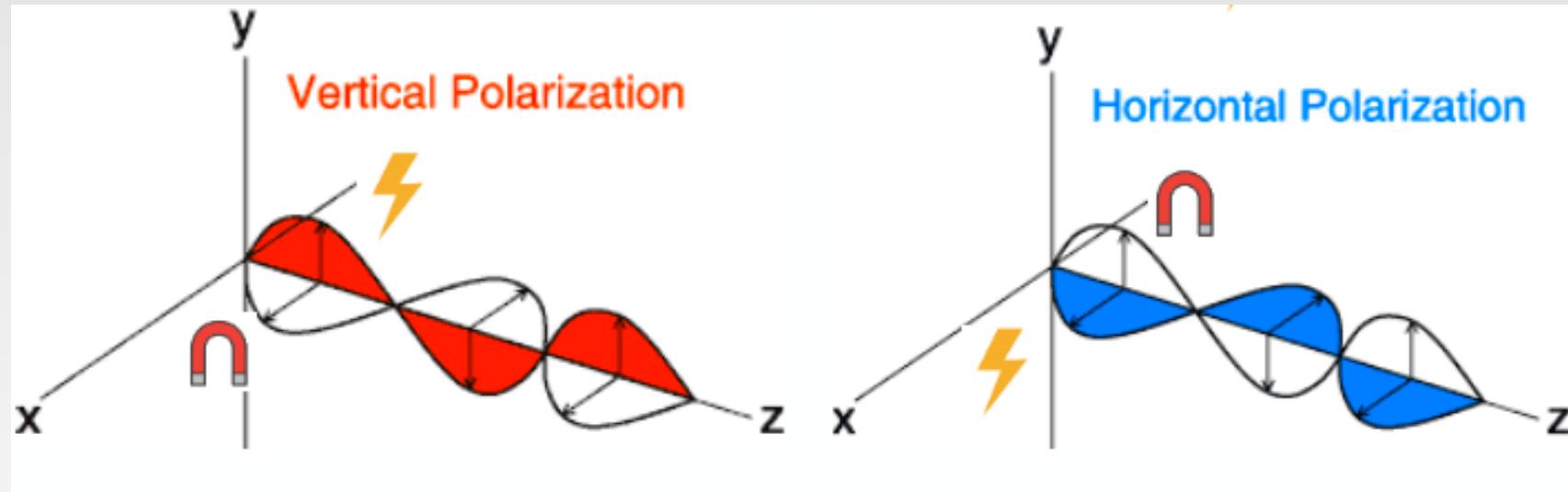
- พลังงานที่ป้อนออกจากเครื่องส่งเข้าสายอากาศ พบว่าภายในเป็นพลังงาน 2 อย่าง
 - พลังงานความร้อน ซึ่งเป็นการสูญเสียของพลังงาน
 - การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ
- กรณีของการสูญเสียทางความร้อน ค่า R เป็นค่าความต้านทานจริง
- กรณีการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ค่า R เป็นค่าความต้านทานสมมุติที่อาจแทนด้วยตัวต้านทานที่มีค่าเท่ากันได้
- เรียกความต้านทานนี้ว่า ความต้านทาน **การแพร่คลื่น**

- **Yagi** = 300 Ohm
- **Half Wave Dipole** = 73 Ohm
- **Quarter Wave Ground Plane** = 36 Ohm

โปลาราizer



- พิจารณาทิศทางโปลาไรเซชัน จาก ทิศของสนามไฟฟ้า กับพื้นโลก

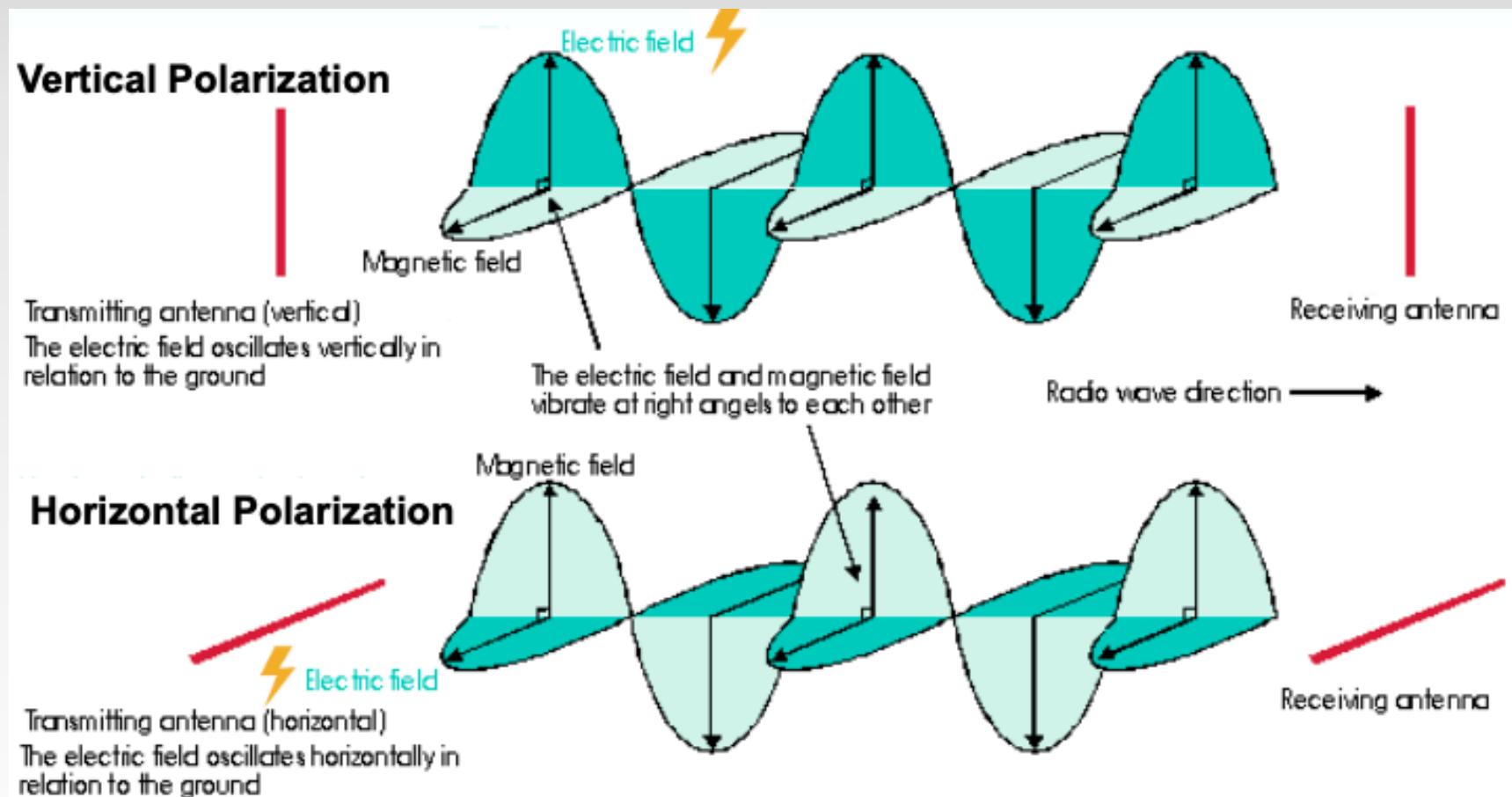


Vertical Polarization
ทิศทางสนามไฟฟ้า แนวตั้งกับ
พื้นโลก

Horizontal Polarization
ทิศทางสนามไฟฟ้า แนวบน
กับพื้นโลก

ໄວລາໄຣເຊັ່ນ

- ສາຍາກາຄສ່ງ/ຮັບ ຄວວວາງຂໍານຸກັນ ຈຶ່ງຈະໄດ້ຄລື່ນແຮງ



អង្គយវិបាលិកបេល (decibel)

- **កិត្តិក (k)** គឺជាគារបារុណា ពីរយោងម៉ោង 1kg
 - មី k គឺជាគារបារុណាអនុយ
 - មី g គឺជាអនុយ ករាំ ដំបូង 1kg = 1×10^3 ករាំ
- **លេខិត (d)** គឺជាគារបារុណាអនុយ 10^{-1} ពីរយោងម៉ោង dB
 - dB គឺជាហិត deci Bell ដំបូង 1dB = 0.1B
- **មេត្រចែន (c)** 3cm គឺជាអេត្រ 3×10^{-2} មេត្រ

หน่วยเบล(Bel)

- เบลเป็นหน่วยที่ใช้เกี่ยวกับค่าก่อนหน้า
 - $B = 10 \text{ dB}$
- กล่าวได้ว่า 1B คือค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงจากจุดเดิมไป 10^1 เท่า
- 2B คือค่าเปลี่ยนแปลงจากจุดเดิมไป 10^2 เท่า

ตัวอย่าง

- ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจาก 1mW ไปเป็น 1W
 - การเปลี่ยนแปลงนี้มีกี่ B

$$B = \log_{10} \frac{1}{1 \times 10^{-3}} = 3B$$

ตัวอย่าง

- ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจาก 1W ไปเป็น 1000 W
 - การเปลี่ยนแปลงนี้มีกี่ B

$$B = \log_{10} \frac{1000}{1} = 3B$$

ตัวอย่าง

- ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจาก 1W ไปเป็น 0.01W และ 0.015W
 - การเปลี่ยนแปลงนี้มีกี่ B

$$B = \log_{10} \frac{0.01}{1} = -3B$$

$$B = \log_{10} \frac{0.015}{1} = -2.824B$$

ตัวอย่าง

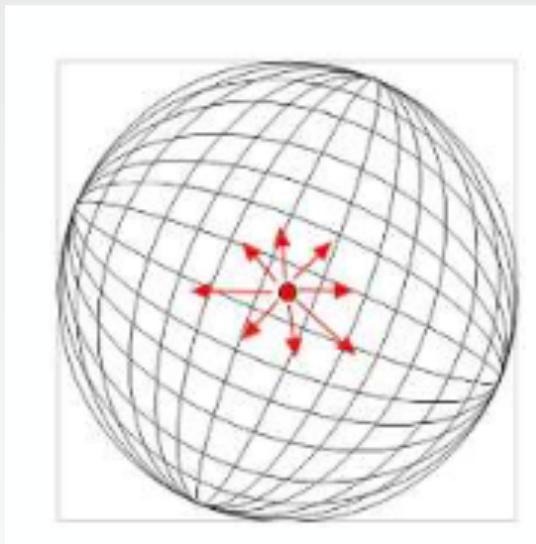
- ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจาก 1W ไปเป็น 0.01W และ 0.015W
 - การเปลี่ยนแปลงนี้มีกี่เดซิเบล(dB)

$$dB = 10 \log_{10} \frac{0.01}{1} = -30dB$$

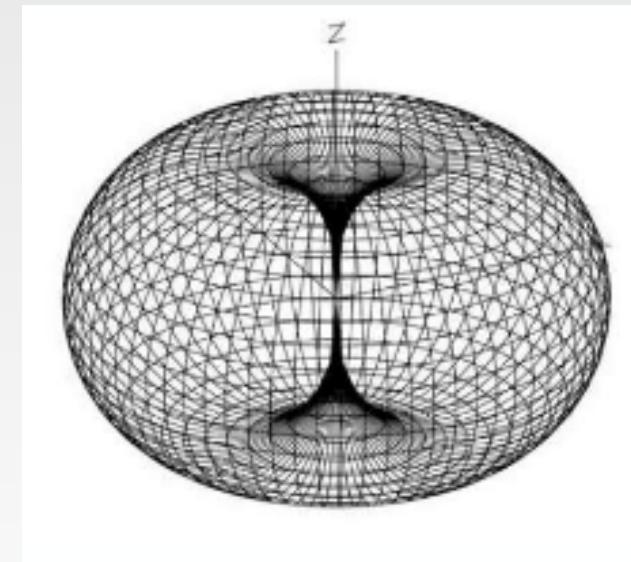
$$dB = 10 \log_{10} \frac{0.015}{1} = -28.24dB$$

อัตราการขยายของสายอากาศ (Gain)

- Gain คือ อัตราส่วน กำลังสัญญาณที่สายอากาศรับ-ส่งได้ เทียบกับ กำลังสัญญาณสายอากาศมาตรฐาน ณ ตำแหน่งเดียวกัน มีหน่วยวัดเป็น เดซิเบล (dB) ส่องแบบคือ
- dBi กับ dBd

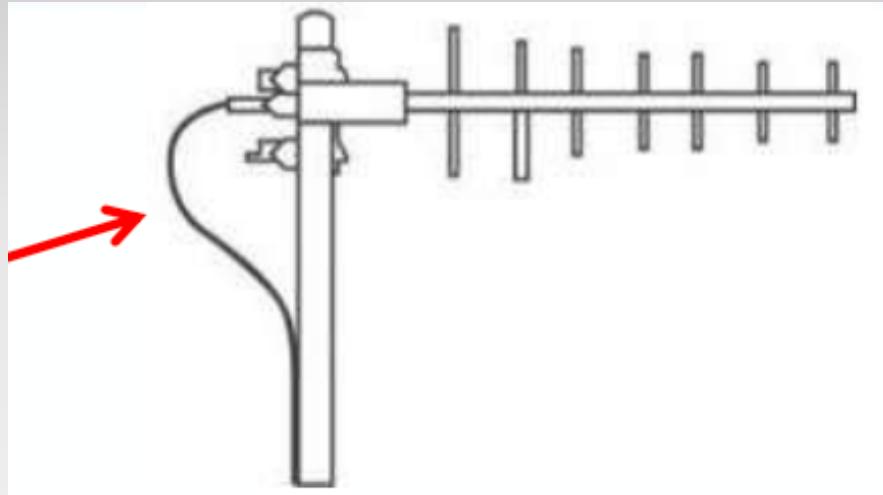


Isotropic antenna
มี Gain $dBi = 0$



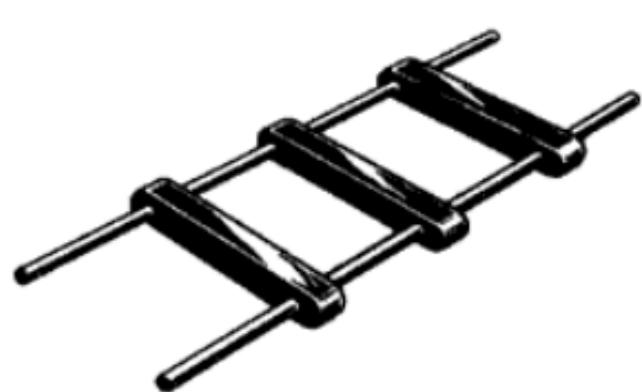
dipole antenna
มี Gain $dBd = 0$

สายนำสัญญาณ (Transmission Line)

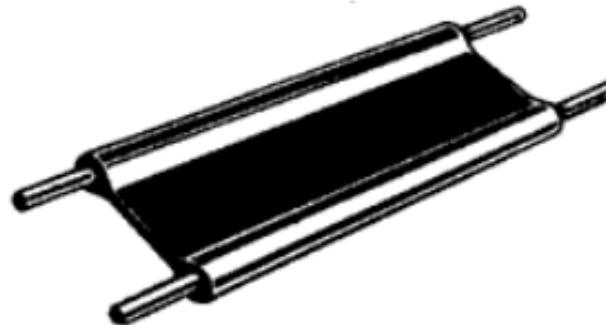


- สายนำสัญญาณทุกชนิดมีค่า อิมพีเดนซ์ประจำตัว (Characteristic Impedance) ขึ้นกับขนาดสาย และลักษณะของสายนำสัญญาณ (ไม่ขึ้นกับความยาวสาย)

สายนำสัญญาณ



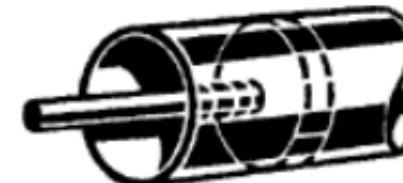
สายนำสัญญาณแบบเปิด (Open wire)



สายทวินลีด (Twin lead)

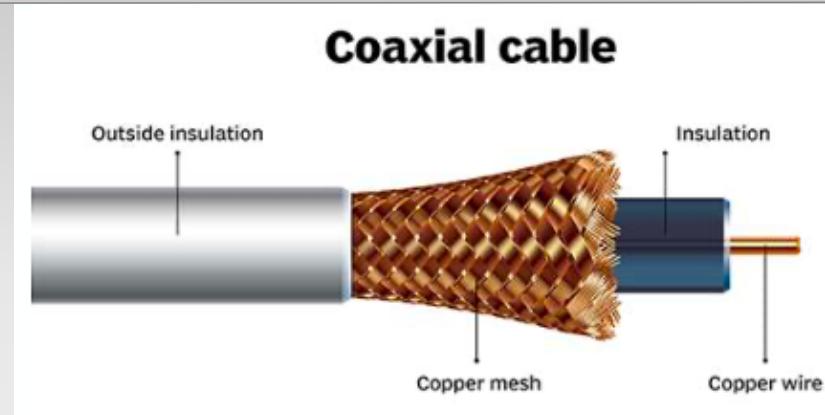


สายคู่หุ้มด้วยฉนวน (Shielded pairs)



สายแกนร่วมหรือสายโคแอกเซียล
(Coaxial Cable)

สายโคแอกเชียล (Coaxial Transmission Line)



- มีชีลด์ป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก และป้องกันสัญญาณในสายเพื่อกรองภายนอก
- มาตรฐานค่าอิมพีเดนซ์ประจำตัว
 - รับอย่างเดียว (TV) = 75 หรือ 300 โอห์ม
 - ส่ง-รับ (สายสื่อสารคอมนาคม) = 50 โอห์ม

การบ้าน

- <https://elab.npu.world>

ວ້າງວົງ

- ຄນົນ ນິຕົວງົກ “ຖາມທີ່ຕ່າງ ໃນສຳເຫຼັບນັກວິທຍຸສມັດເລື່ອນ”. ເອກສາຣກາຣີກອບຮມ ວິທຍຸສມັດເລື່ອນຂັ້ນຕົ້ນ