



# วิัฒนาการเครือข่าย คอมพิวเตอร์

31110316 Computer Networks

สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

กรุงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์

Email : [songrit@npu.ac.th](mailto:songrit@npu.ac.th)

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
มหาวิทยาลัยนครพนม

# Outline

---

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โගรค์มนากม: นิยามและความหมาย
- ที่มาคำว่า “โගรค์มนากม”
- วิวัฒนาการหลักของระบบโගรค์มนากม
- พื้นฐานเทคนิคก้าวไป
- จดหมายเหตุ(ลำดับเหตุการณ์สำคัญ)

# พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์

---

- **ข่าวสาร** คือสิ่งที่มนุษย์ต้องการสื่อสารกับผู้อื่นอยู่ใกล้
- ในอดีต
  - การส่งสารทำได้ด้วย “ผู้นำสาร” นำข่าวสารด้วยการเดินเท้าหรือพาหนะ กั้งทางบก หรือ ทางน้ำ
- จนกระทั่ง มนุษย์ค้นพบการใช้ “สื่อ” ธรรมชาติ เช่น สัญญาณไฟ ควัน หรือ สัญญาณเสียง

# ตารางเปรียบเทียบการสื่อสารในอดีต

	ข้อดี	ข้อด้อย
การส่งข่าวสารโดยผู้นำสาร (Messenger / Courier)	<p>สามารถ “ส่ง” ข่าวสารได้มาก (ความจุข่าวสารมีค่าสูง)</p> <p>ระยะทางของการ “ส่ง” ขึ้นอยู่กับ ความสามารถของผู้ส่ง และระบบ คมนาคมร่วมสมัย</p>	เวลาที่ใช้ในการส่งไม่แน่นอน อาจล่าช้าหรือสูญหายได้

# ข้อจำกัด สื่อ ธรรมชาติ

---

- “สื่อ” ธรรมชาติที่มนุษย์ใช้ยุคก่อนโทรคมนาคมมีข้อจำกัด
- เช่น
  - สัญญาณไฟ ใช้ได้เฉพาะช่วงกลางคืน
  - สัญญาณควัน เสียง ก็มีข้อจำกัด



# ยุคเมื่อระบบໂຄມນาຄ

---

- ช่วงสังคมรายโลกครั้งที่สอง
- วิธีสื่อสารมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว
- บนพื้นฐานการสื่อสารเชิงแสง
- มีการคิดค้นขยายระยะทางส่งด้วยการสร้าง ประภาคาร (Beacon)

# The Return of the King

---

Warning beacons of Gondor



# Outline

---

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- **โගรคอมนาคม: นิยามและความหมาย**
- ที่มาคำว่า “โගรคอมนาคม”
- วิวัฒนาการหลักของระบบโගรคอมนาคม
- พื้นฐานเทคนิคก้าวไป
- จดหมายเหตุ(ลำดับเหตุการณ์สำคัญ)

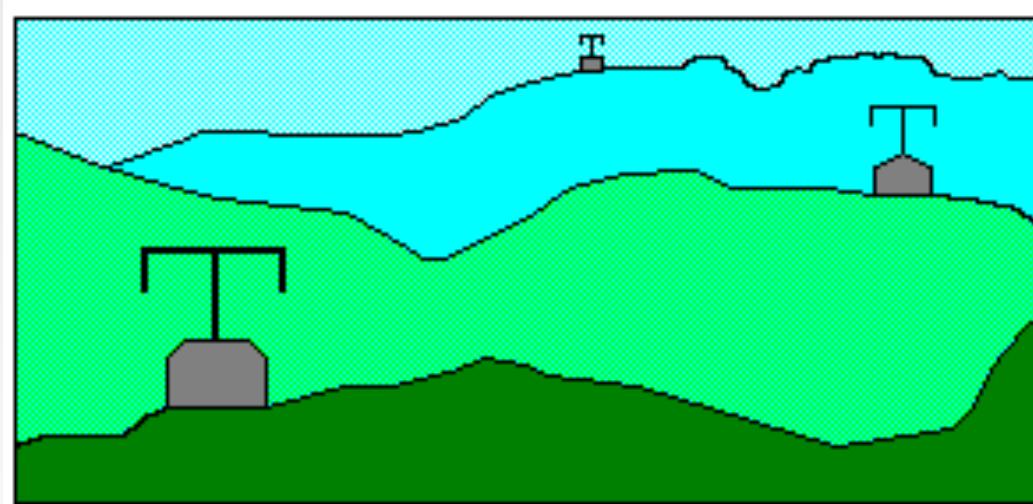
# ໂຄຣມນາຄມ: ນິຍາມແລະຄວາມມາຍ

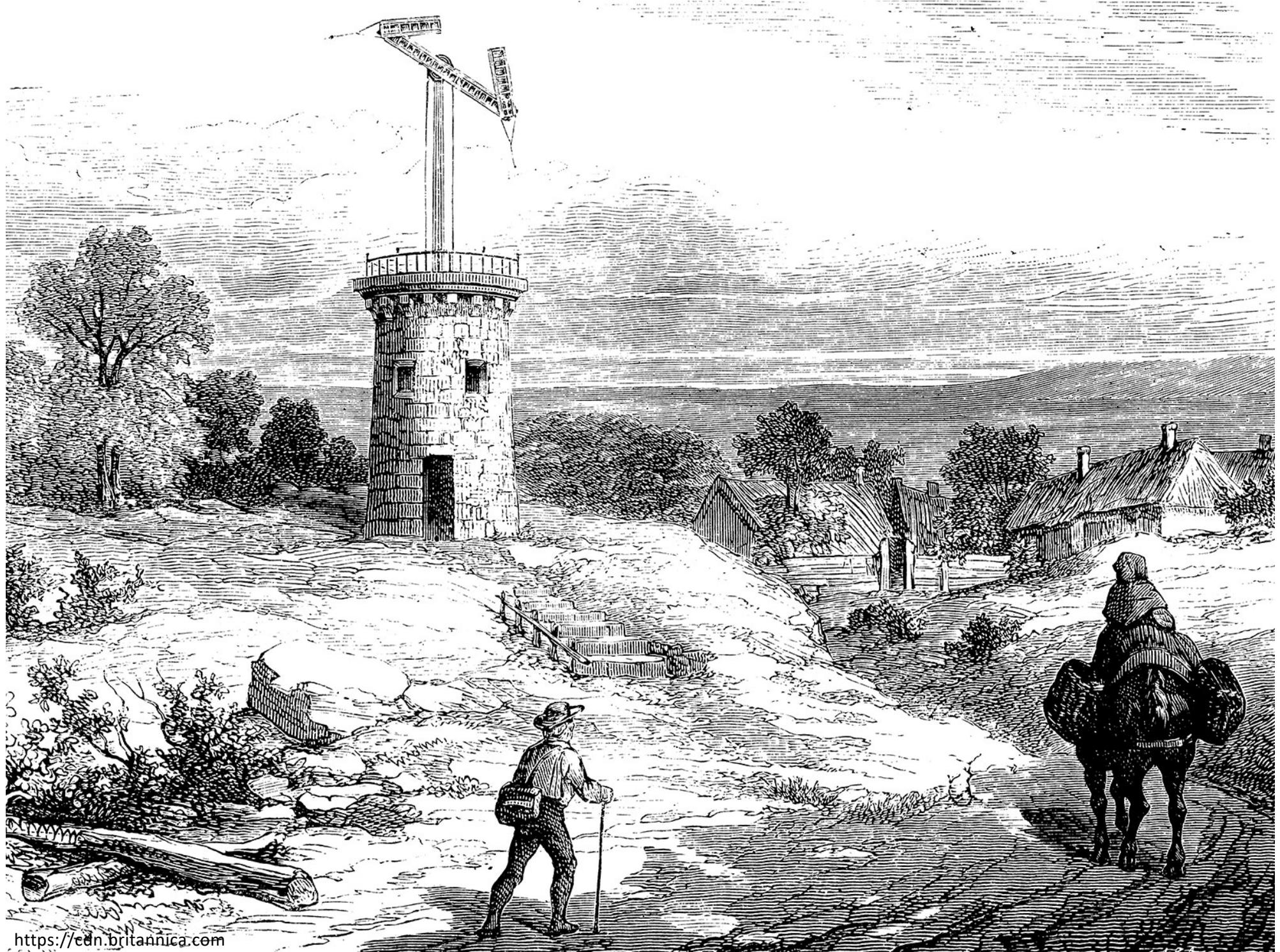
---

- ຄຳສັບພົກ
  - ເສາລ່ົງສັນລັກບໍ່ນ (Semaphore)
  - ໂກຮເລບເຊີງແສງ (Optical Telephony)
  - ສະກາພໂກຮຄມນາຄມຮະຫວ່າງປະເທດອົກເຖິງ (ITU)

# ເສາສັງສັນລັກບ່ານ (Semaphore)

- ເສາສັງສັນລັກບ່ານ (Semaphore)
- ໂກຮ່າບໍລິຫານ (Optical Telephony)



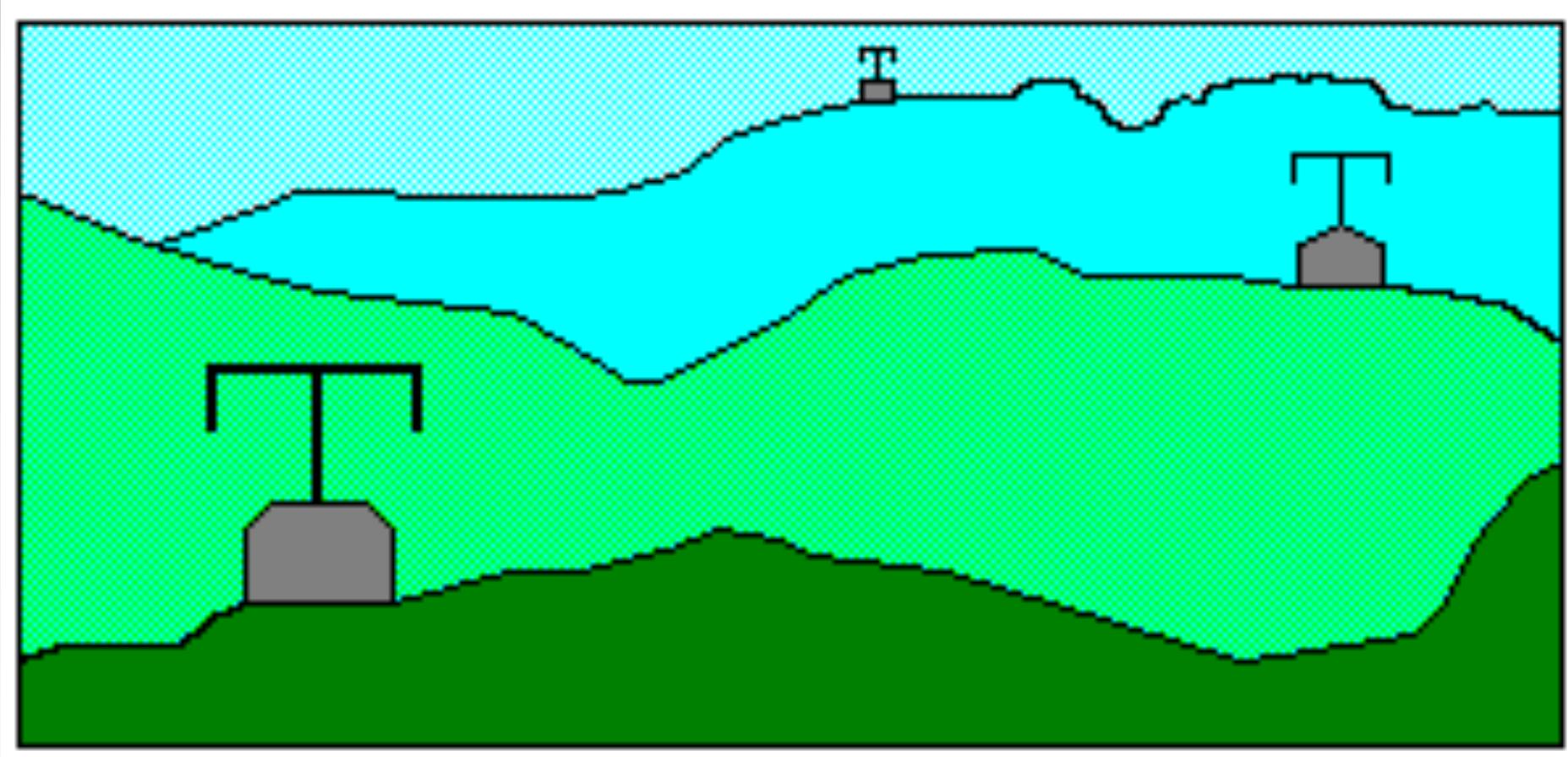


# ໂຄສເລຂເຊີ້ງແສງ

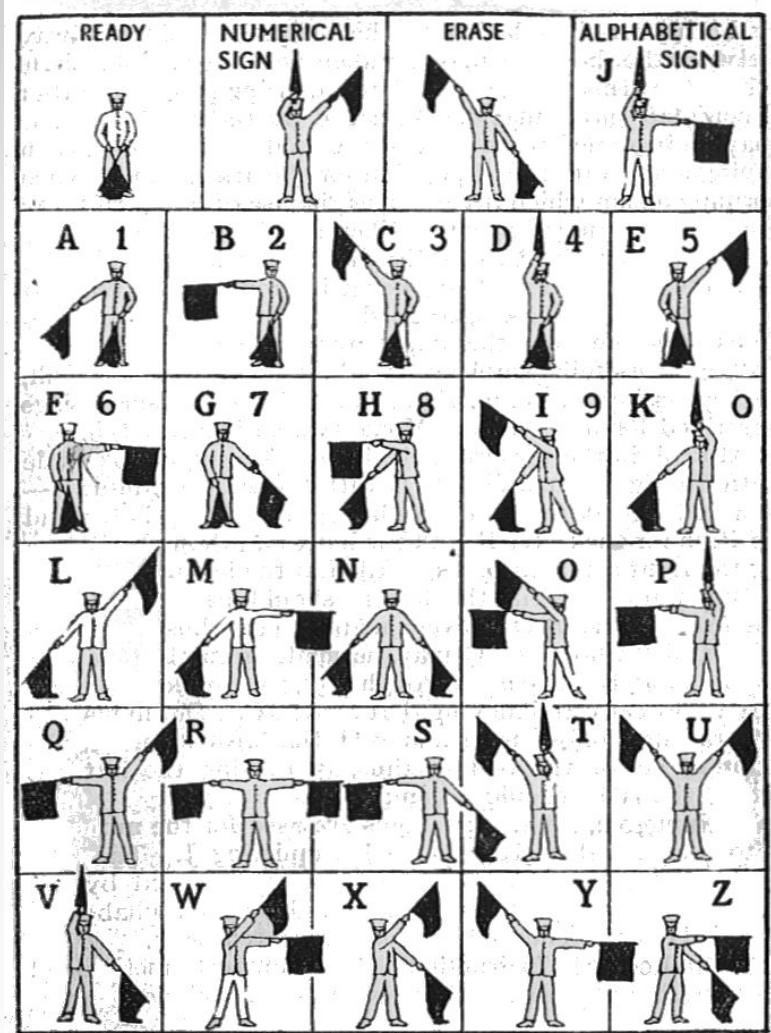
---

- ເຄຣືອງນິ້ວສ້ວສາຣກົມບຸບັຍສຮ້າງ
- ຮະບບໂກຣຄມນາຄມ ປະເກດແຮກຂອງໂລກ
- ເປັນຮະບບມີໜັກກາຣ ເປັນທີ່ຍອມຮັບໄດ້ກ່ວໂລກ
- ຈາກຍກາຣມອງເຫັນຮະຍະໄກລ

# ໃນສລາບເສີ່ງແສງ



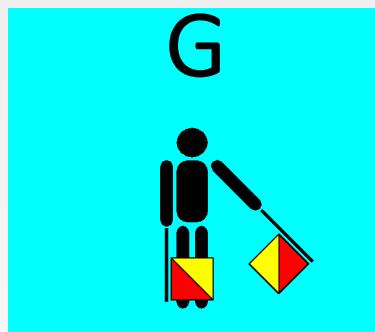
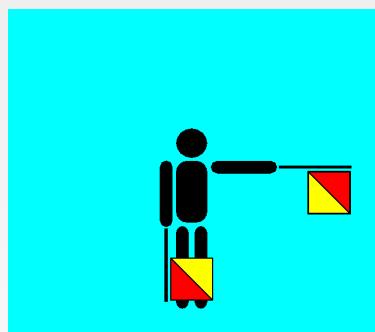
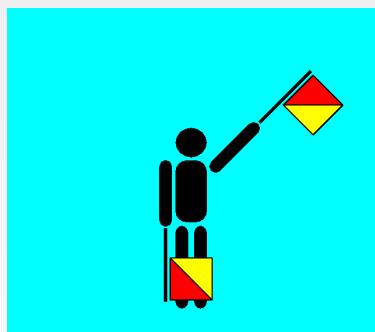
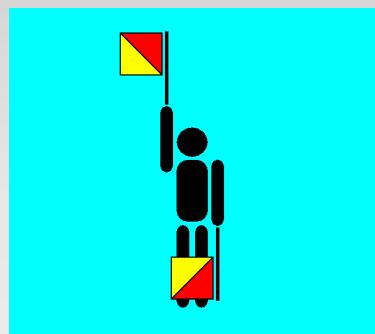
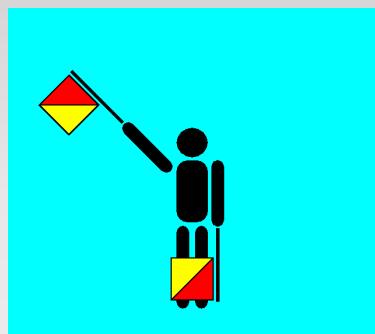
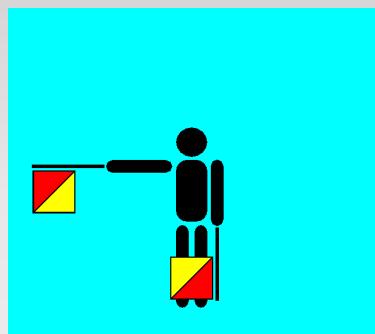
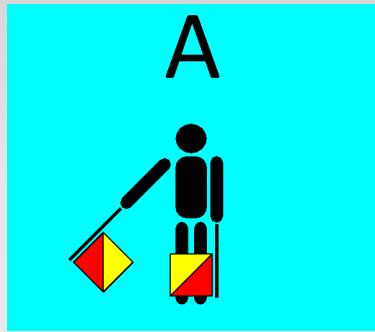
# ສະເໜີ Semaphore



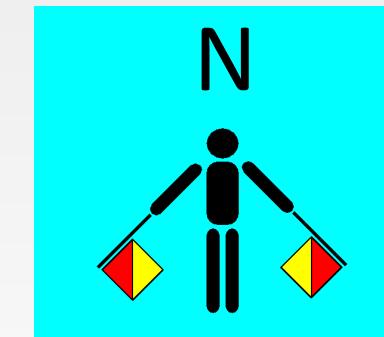
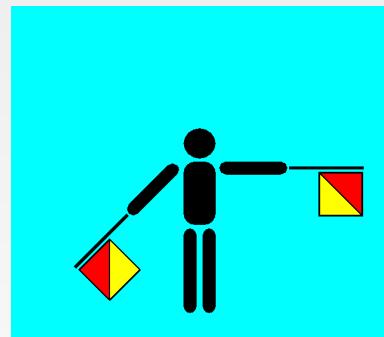
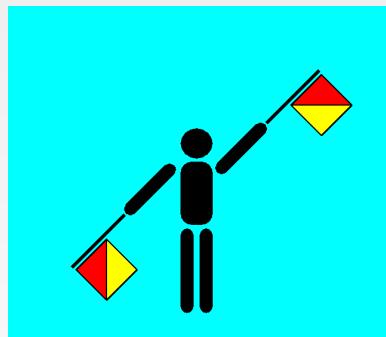
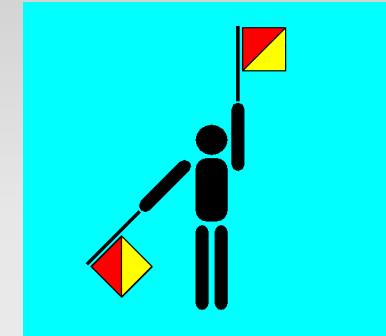
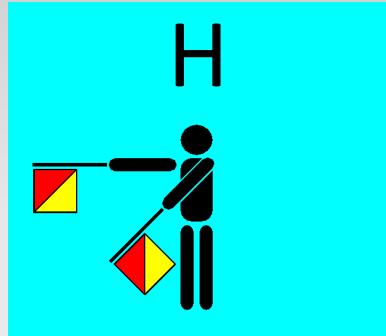
- ມື້ອຂວາ ແກນເຂີມນາຖື
- ມື້ອຫ້າຍ ແກນເຂີມຫົ່ວໂມງ
- ເຮັດ 18:40u. (ໄມ່ເປົະ)
- ມື້ອຂວາ ຂຍັບທຸກ 1/4
- ຈປ 3:25u.

# SEMAPHORE

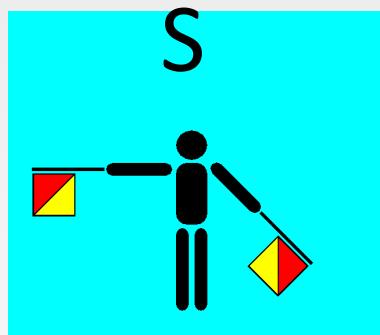
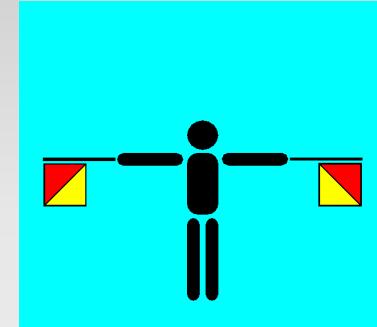
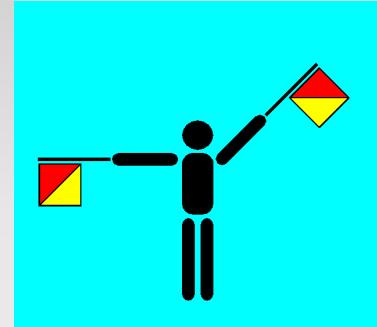
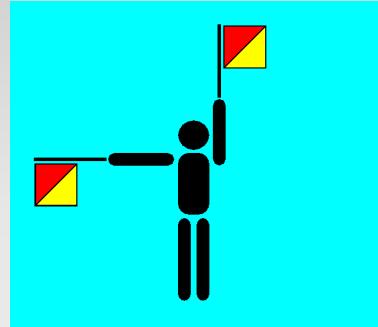
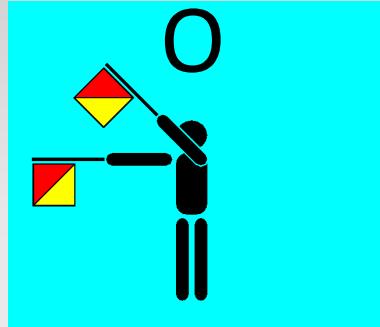
---



# សេបតែង

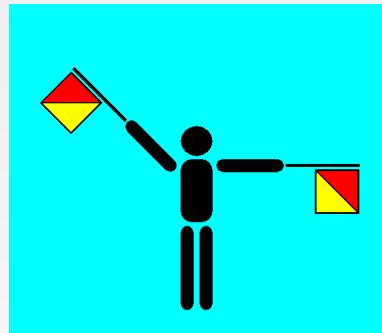
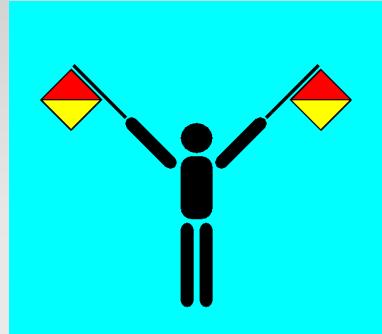
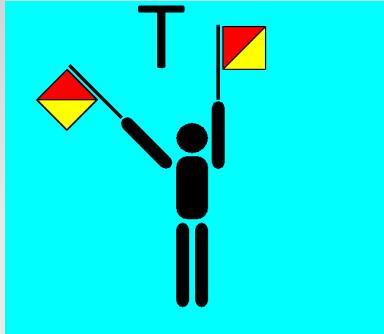


# សេចក្តី



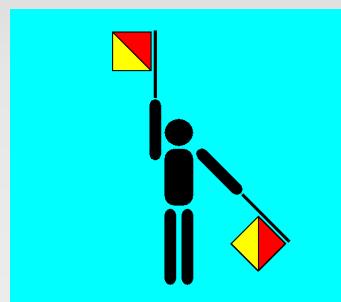
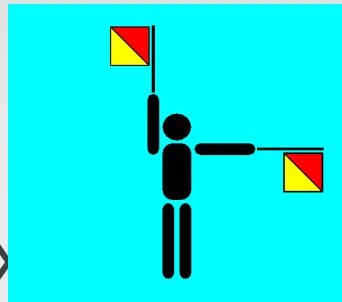
# ស៊ូបត្រី

---

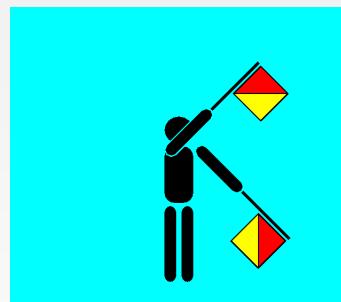
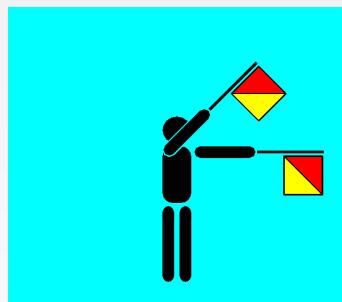


# ຮອບກັ້າ-ກັກ

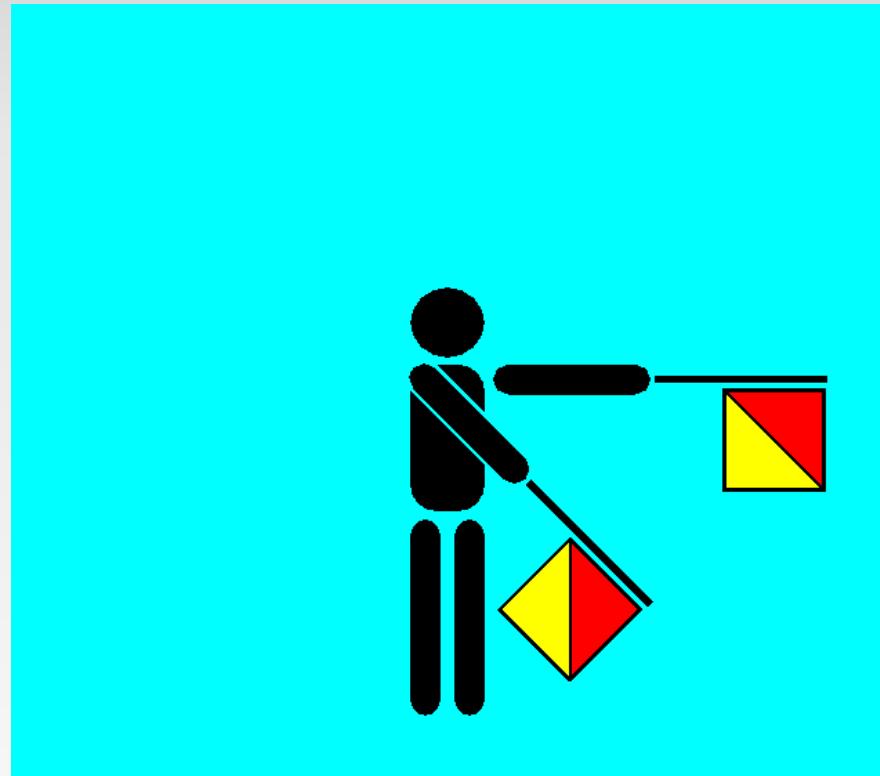
- ຮອບກັ້າ J,V



- ຮອບກັ້າ W,>



# រូបទៀតេដ (សុណកាយ) Z



# Semaphore sign

---



# สรุป ตำแหน่งร่อง

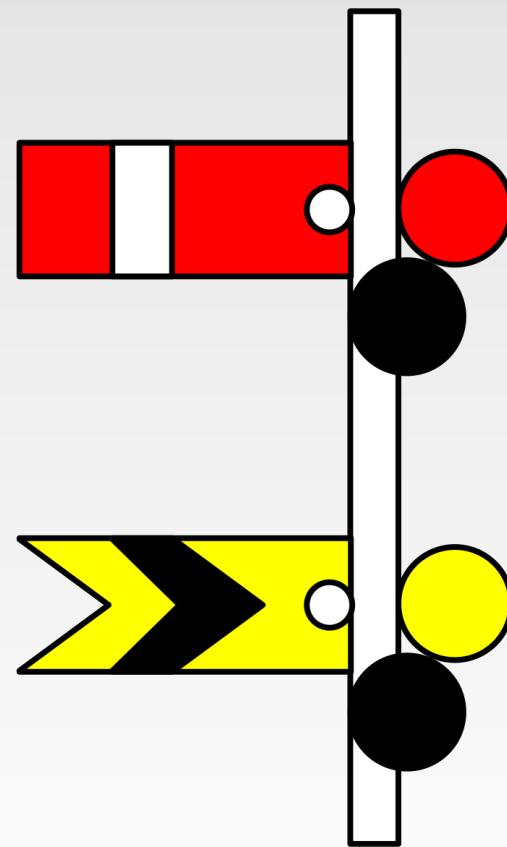
- มี 7 วงศ์รอบ หมุนตามเข็มนาฬิกา
- รอบแรก : A,B,C,D,E,F,G
- รอบสอง : H,I, ,K,L,M,N (เว้น J)
- รอบสาม : O,P,Q,R,S
- รอบสี่ : T,U,Y
- รอบห้า : J,V
- รอบหก : W,X
- รอบเจ็ด : Z



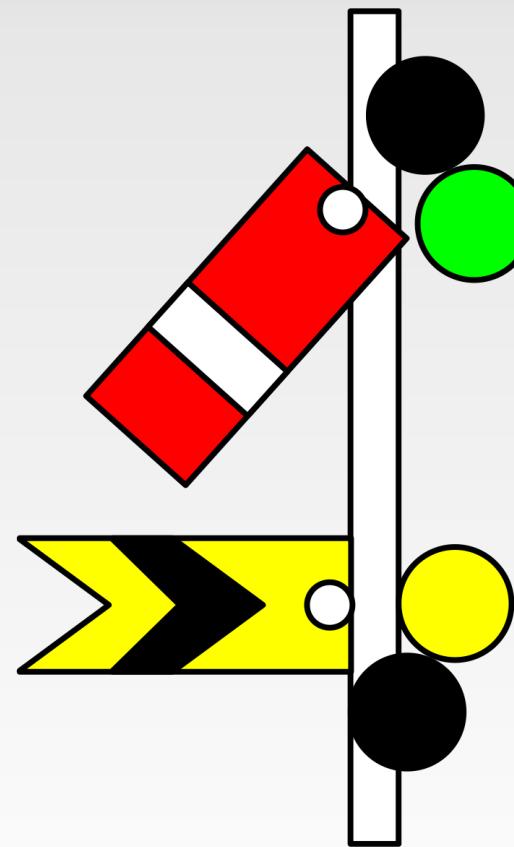


# ຕັ້ງອຍ່າງ Semaphore ສະບູສາງ

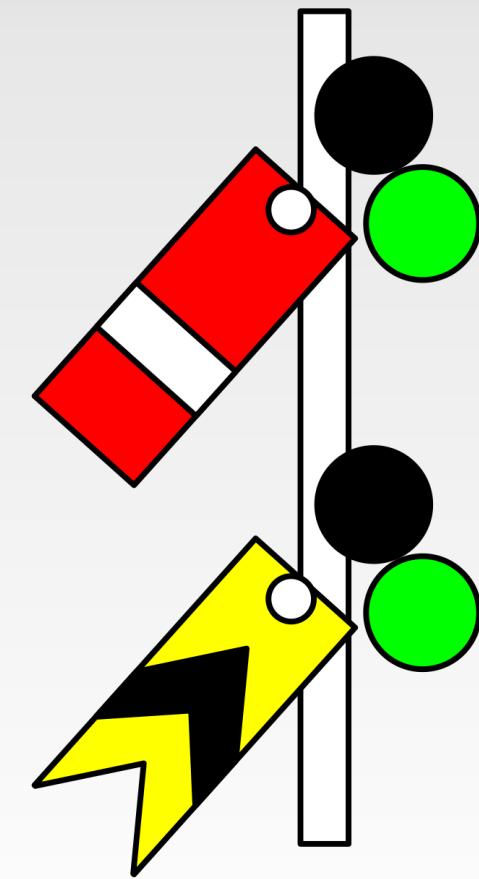
Stop



Caution



Clear





# Quiz

---

- <https://elab.npu.world>
  - NWK-LEC-Quiz-1
  - <https://github.com/Lecture-CPE/316>

# ໂໂຣຄມນາຄມ: ນິຍາມແລະຄວາມມາຍ

---

- **คำສັບກົດ**

- ເສາລ່ົງສັນລັກບໍ່ນ (Semaphore)
- ໂໂຣເລຂເຊີງແສງ (Optical Telephony)
- Regulator
  - ກສທ່າ. (ຄະນະກຽມການກົງການກະຈາຍເສັຍງ ກົງການໂໂຣກັກບໍ່ນ ແລະ ກົງການໂໂຣຄມນາຄມແຫ່ງໜາຕີ)
  - FCC (Federal Communications Commission)
- **ສະພາພໂໂຣຄມນາຄມຮະຫວ່າງປະເທດອິເວີກູ່ (ITU)**

# **ITU (ສະພາໂຫຼມນາຄມຮະអວັງປະເທດ)**

- **ITU**
  - เป็นหน่วยงานระดับนานาชาติเฉพาะทาง
  - ภายใต้สหประชาชาติ (UN)
  - ระดับเดียวกับ WHO, UNESCO, IMF
- **ITU-T**
  - Telecommunication Standardization
  - กลุ่มงานมาตรฐานໂຫຼມນາຄມ
- **ITU-R**
  - Radiocommunication
  - กลุ่มงานสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ

# Outline

---

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โගรุณนาคม: นิยามและความหมาย
- ที่มาคำว่า “โกรุณนาคม”
- วิวัฒนาการหลักของระบบโกรุณนาคม
- พื้นฐานเทคนิคก้าวไป
- จดหมายเหตุ(ลำดับเหตุการณ์สำคัญ)

# ที่มาคำว่า “ໂໂຣຄົມນາຄມ”

---

- “ໂໂຣ” พื้นฐานจาก “tele” ในภาษากรีก หมายถึง
  - ไกลออกไป (far away)
- “ຄົມນາຄມ” มาจากภาษาละติน “Communicare”
  - การใช้งานร่วมกับผู้อื่น
- ໂໂຣຄົມນາຄມ
  - การสื่อสารที่ครอบคลุมระยะทางที่ไกลออกไป

# ความหมาย Telecommunication

---

- พื้นฐานจากหนังสือของ เออดวาร์ด เอสโกรี
  - Édouard Estaunié
  - บัญญัติคำ “Traité pratiques de télécommunication électrique (télégraphie-téléphonie)”
  - การแลกเปลี่ยนข่าวสารด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า
- ใช้เป็นการการ
  - Telecommunication

# สรุปความหมาย โกรกมนาคม

---

- “การสื่อสารที่ช่วยลดระยะเวลาทางระหว่างบุคคลอุปกรณ์ หรือ
- ระบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการส่งแพร์กрай หรือ
- นำพาด้วยวิธีการทางกลไฟฟ้าแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ
- คุณสมบัติพิเศษอื่นๆ ทางคุณบัต้มสำหรับการสื่อสารที่ลักษณะ ข้อความเสียง ภาพหรือสื่อประสมให้ผู้รับ หรือระบบสามารถเข้าใจได้”

# Outline

---

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โกรคณากม: นิยามและความหมาย
- ที่มาคำว่า “โกรคณากม”
- **วัตถุการหลักของระบบโกรคณากม**
- พื้นฐานเทคนิคก้าวไป
- จดหมายเหตุ(ลำดับเหตุการณ์สำคัญ)

# วัตถุประสงค์หลักของระบบโทรศัพท์

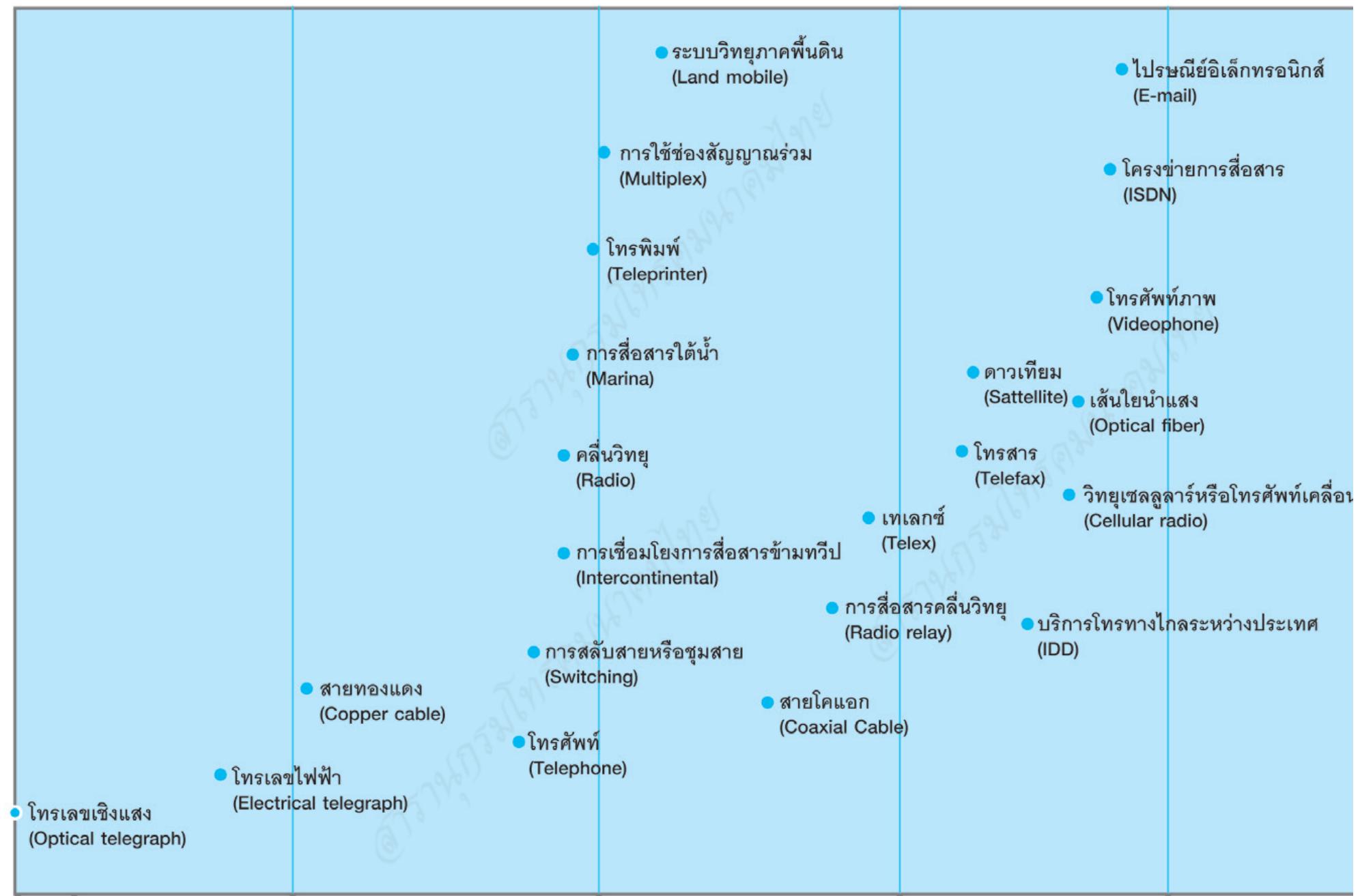
- มนุษย์ต้องการ

- นำข่าวสารไปยังผู้รับที่อยู่ในระยะห่างไกล
- โดยมีเงื่อนไข
  - ให้ถึงผู้รับในเวลาที่รวดเร็ว

- ข้อจำกัด เมื่อยังคงใช้สื่อทางกายภาพ (ถนน, อากาศ)

- สื่อระยะทางกายภาพ เช่น ถนน รางรถไฟ
  - กำหนดให้สั้นลง
- สื่อสารทางอากาศ นกพิราบ

- โทรศัพท์เชิงแสง (Optical Telephony)



# Outline

---

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โගรค์มนากม: นิยามและความหมาย
- ที่มาคำว่า “โගรค์มนากม”
- วิวัฒนาการหลักของระบบโගรค์มนากม
- **พื้นฐานเทคโนโลยีไป**
- จดหมายเหตุ(ลำดับเหตุการณ์สำคัญ)

# พื้นฐานเทคโนโลยี โทรคมนาคมยุคแรก

---

- การพัฒนาโทรคมนาคมระบบแรก อยู่บนพื้นฐานด้านการใช้แสงเป็น “สื่อ”
- ติดตั้งประจำการบนยอดเขา
- มีการใช้กล่องส่องทางไกล
- มีการใช้เสาสัญลักษณ์
- ยังคงมีขีดจำกัดหลายด้าน
  - ระยะทางการส่ง
  - ความเร็วของระบบ

# พื้นฐานเทคนิค ยุคต่อมา

---

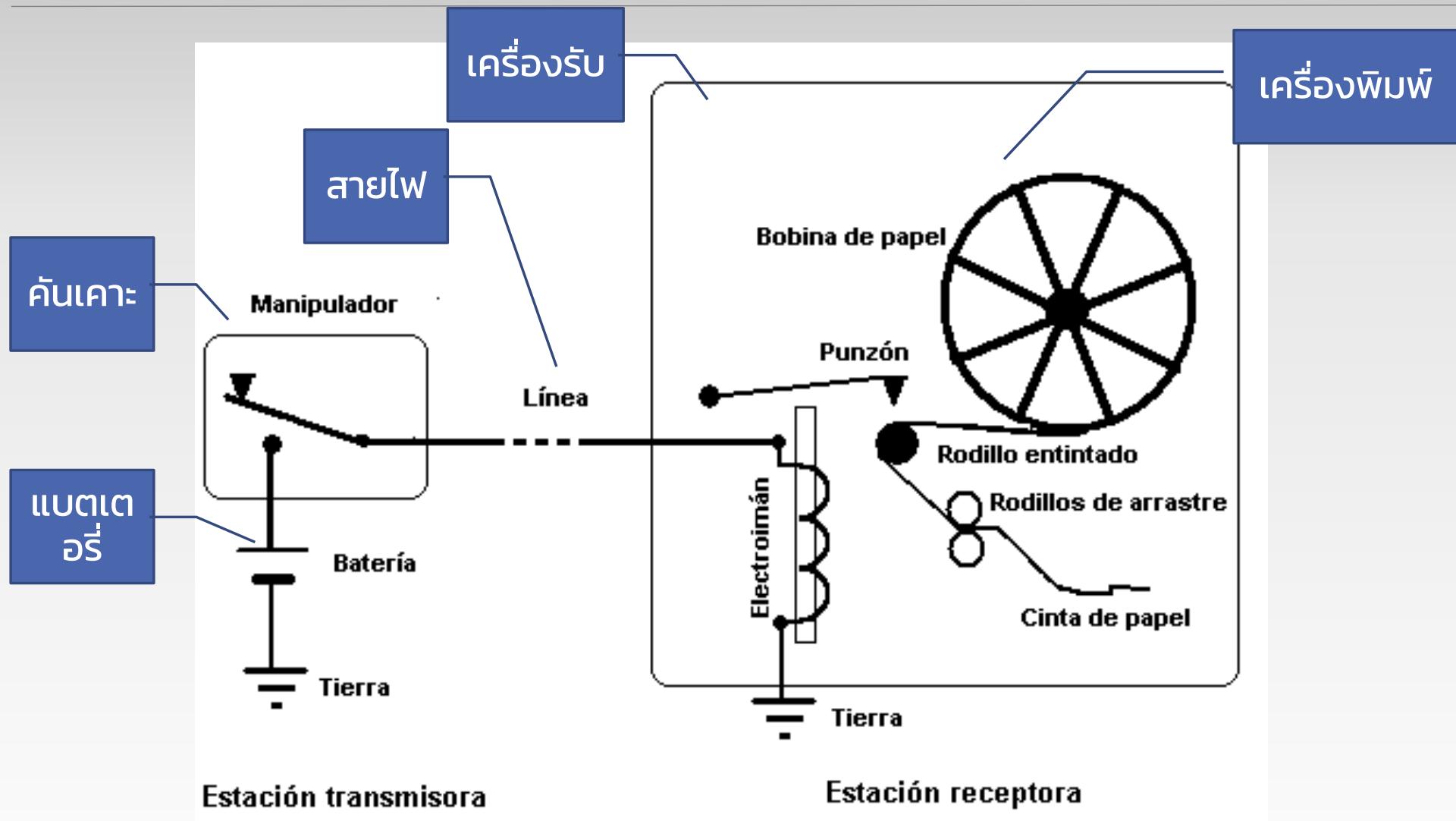
- วิทยาการด้านแม่เหล็กไฟฟ้า
- เกิดระบบໂගรคอมนาคมอื่น เข้ามาร่วมกับໂගรเลขไฟฟ้ามากขึ้น
- การส่งໂගรเลขผ่านสายนำไฟฟ้าทำได้ระยะทางไกล
- สามารถส่งໂගรเลขผ่านมหาสมุทร
  - เกิดการปฏิวัติการสื่อสารໂගรคอมนาคม ครั้งใหญ่ของโลก

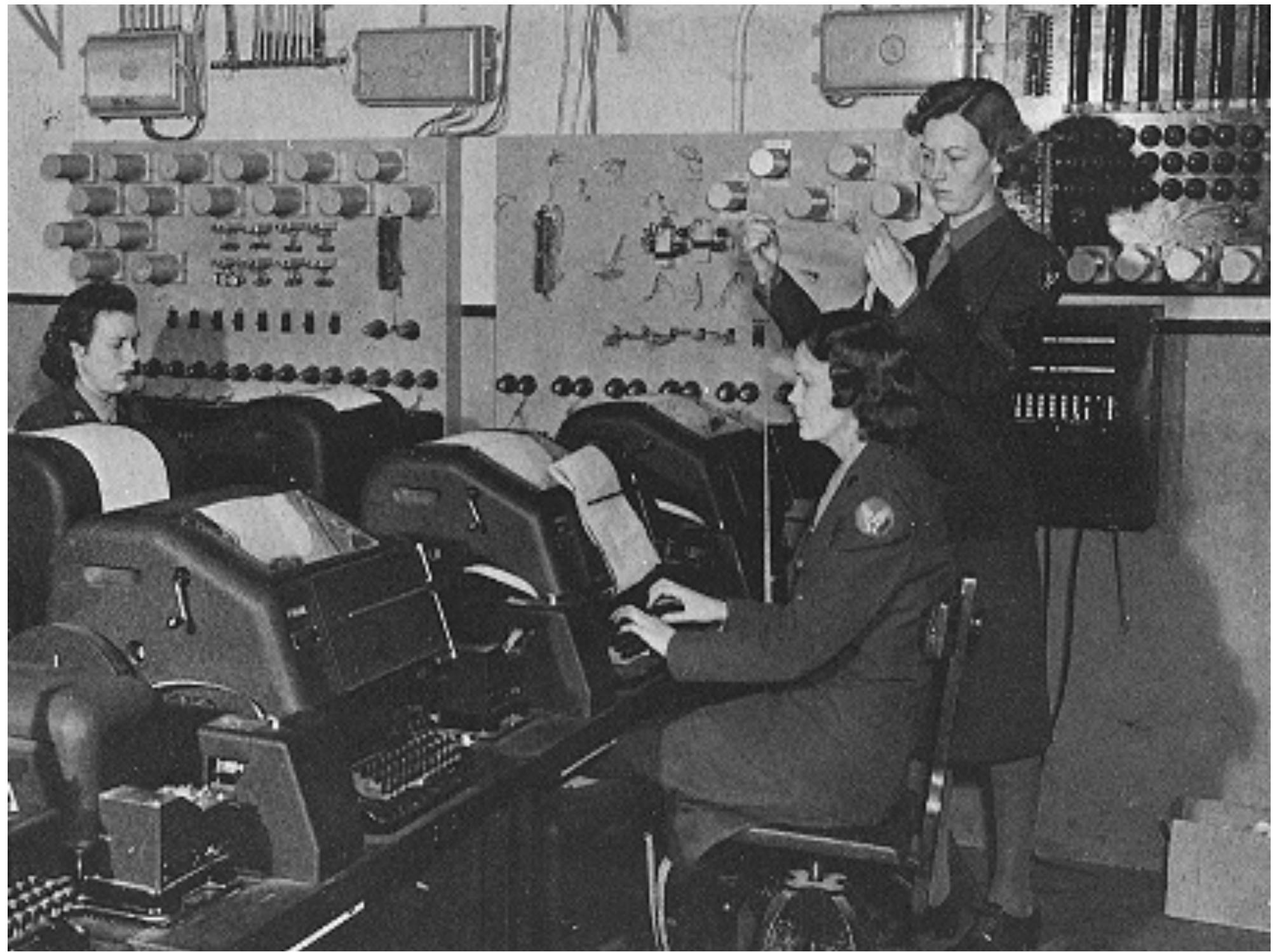
# ໂທເລຂຕາມສາຍ

---

- ເຮັດໃຫ້ບົກຄະເງິນພາບນີ້ໃຫ້ສອງສາຍຕາມສາຍ ຖໍ່ມີກຳນົດກຳນົດ
- ໂທເລຂຕາມສາຍຮະບບແຮກ ໃຫ້ບົກຄະເງິນໄດ້
  - ເຊອຣ ທາລສ് ວັດສໂຕນ ແລະ
  - ເຊອຣ ວິລເລື່ຍນ ພວເກວຣກິລລ໌ ຄຸກ
  - ຮະຍະກາງ 13 ໄມລ໌
  - 9 ເມນາດ ພ.ມ.2382

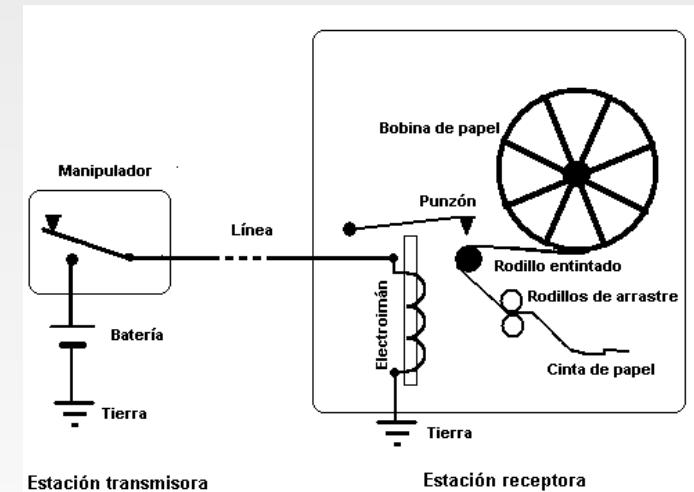
# ໃນສລະບາມສາຍ





# គោលការងារក្រុងក្រសួងសំងគល់នយោបាយ (អគ្គមស)

- เมื่อกดคันเคาะทำให้วงไฟฟ้าปิด กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายตัวนำ ไปเครื่องรับ
  - กระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่เครื่องรับ เกิดสนามแม่เหล็ก
  - แม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กมากเท่ากับแกนเหล็ก
  - รูปแบบการเคาะ กำหนดโดยรหัส莫尔斯
  - การสื่อสารรหัส莫尔斯ประกอบด้วย 4 ส่วน
    - เสียงสั้น เคาะแล้วกดไว้ (กดสั้น) ดิต(dit)
    - เสียงยาว เคาะแล้วปล่อย (กดยาว) ดาส(dah)
    - จังหวะ รหัสคำ
    - ระยะห่าง
      - ระหว่างคำ 3 หน่วย
      - ระหว่างรหัส 1 หน่วย



# សម្រេចបៀវងតាម

- ពិក អើន "dit" (■)
- ជាតុ អើន "dah" (▬) យាយក្រោមពិក 3 អនុយ
- ចំងរៀងអនីរតស 1 អនុយ
- ចំងរៀងរៀងគ្រាប់ខ្លួន 3 អនុយ
- ចំងរៀងរៀងកាំ ពិក 7 អនុយ

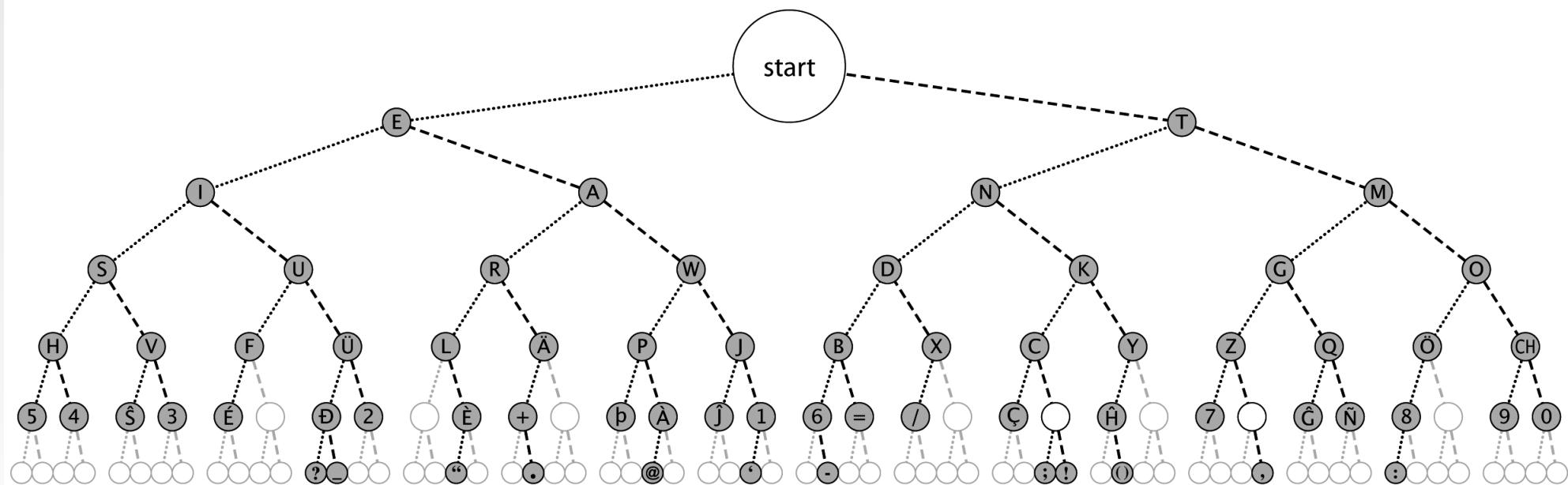
M	O	R	S	E	C	O	D	E
--	---	---	...	• (space)	---	---	---	•

*Dah-dah dah-dah-dah di-dah-dit di-di-dit dit, Dah-di-dah-dit dah-dah-dah dah-di-dit dit.*



# หลักการห้ามอ้วรส

- ไดโคโนมิกเสิร์ช (Dichotomic search)
- เป็น Binary Tree
  - แบ่ง ดีท(.) และ ดาห(-) เป็นซ้ายและขวา



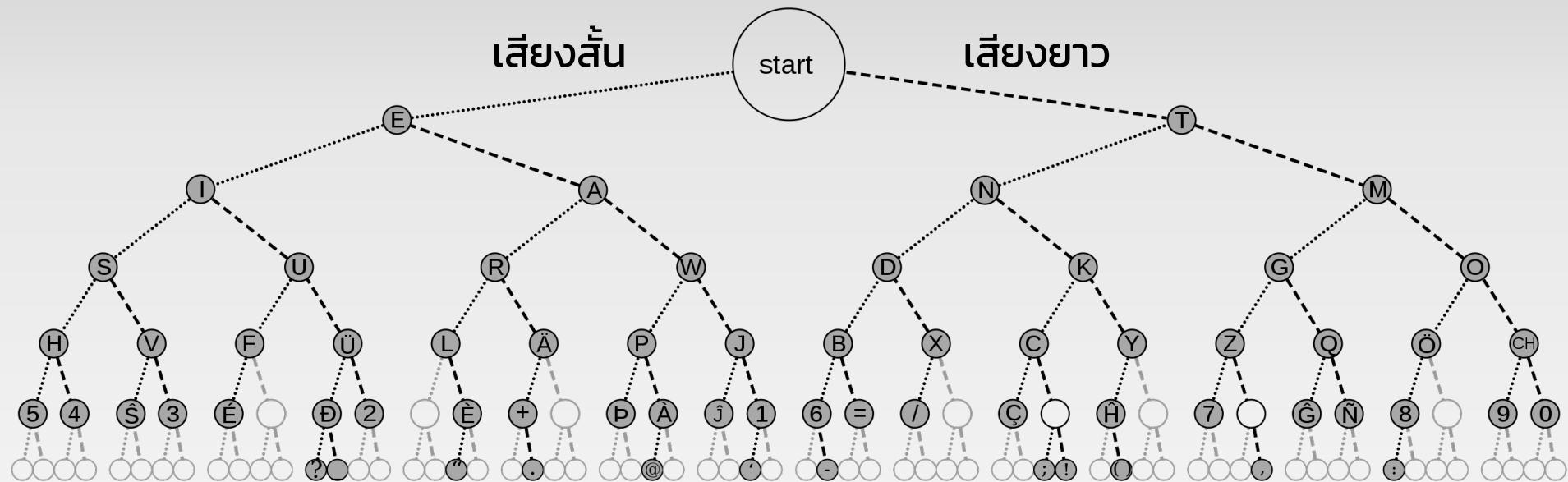
# International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

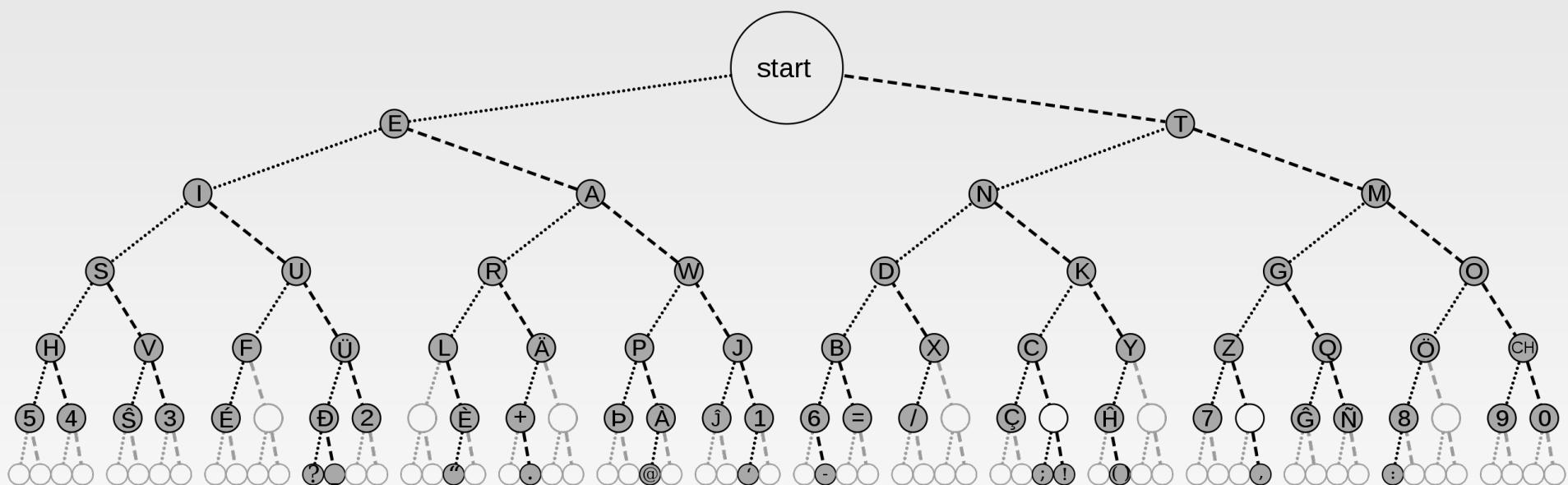
A	• -
B	- - . . .
C	- - . - .
D	- - . .
E	.
F	. . - - .
G	- - - .
H	. . . . .
I	. .
J	. - - - -
K	- - . -
L	. - - . .
M	- - -
N	- - .
O	- - - -
P	. - - - .
Q	- - - . -
R	. - - .
S	. . .
T	-

U	• - . -
V	• - . - -
W	• - - -
X	- - . . -
Y	- - . - -
Z	- - - . .

1	• - - - - -
2	• - - - -
3	• - - - -
4	• - - - -
5	• - - - -
6	- - - - -
7	- - - - -
8	- - - - -
9	- - - - -
0	- - - - -



# ຂໍວມມືວ



# ITU phonetic alphabet (ເສັ່ງພູດ)

---

- ມີ 26 ຕັວອັກເຊ 10 ຕັວເລີບ
- **Alfa, Bravo, Charlie, Delta, Echo, Foxtrot, Golf, Hotel, India, Juliett, Kilo, Lima, Mike, November, Oscar, Papa, Quebec, Romeo, Sierra, Tango, Uniform, Victor, Whiskey, X-ray, Yankee, Zulu**
- **One, Two, Three, Four, Five, Six, Seven, Eight, Nine, Zero**
- Callsign : E25KTN
  - : Echo-Two-Five-Kilo-Tango-November
- ຮັດສມວົດ
  - ໃຫ້ສ່າງ ໂໂຣເລີບ (Telemetry)
  - ວິທຍຸສັນຕິບັດ ຮະດັບກລາງ ຕ້ອງການກັບເຂະສົ່ວສາຮແບບ “ຣັດສມວົດ”

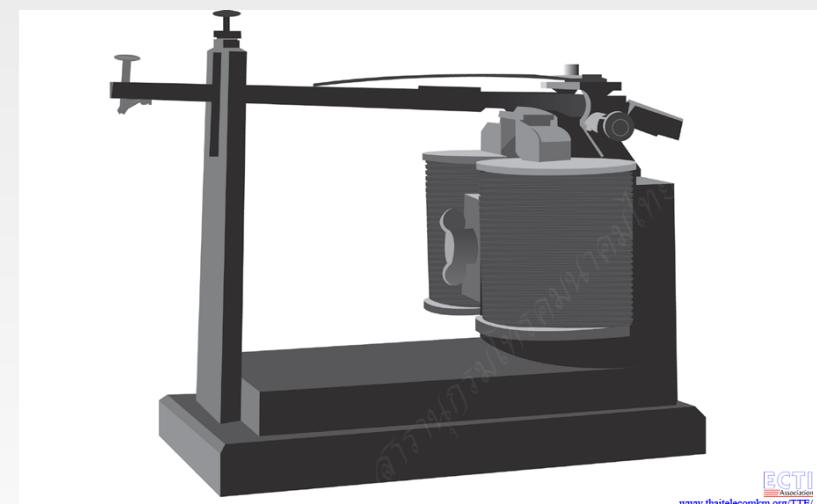
# เทคโนโลยีการสื่อสาร

---

- ช่วงก่อนปี ค.ศ.1952
  - หลังปี ค.ศ.1952 ถึงปัจจุบัน
- 
- WW I (1914 – 1918)
  - WW II (1939 – 1945)

# กิจการโทรเลข

- สมราชาアナจักร (อังกฤษ) ให้บริการโทรเลข เชิงพาณิชย์ประเทศแรกของโลกใน ปี 1839
- โดย วิลเลียม คุก (William Cooke) และ ชาร์ลีส์ 惠特斯通(Charles Wheatstone)
- แซมมัวร์ มอร์ส (Samuel Morse)
  - ใช้ในสหราชอาณาจักร

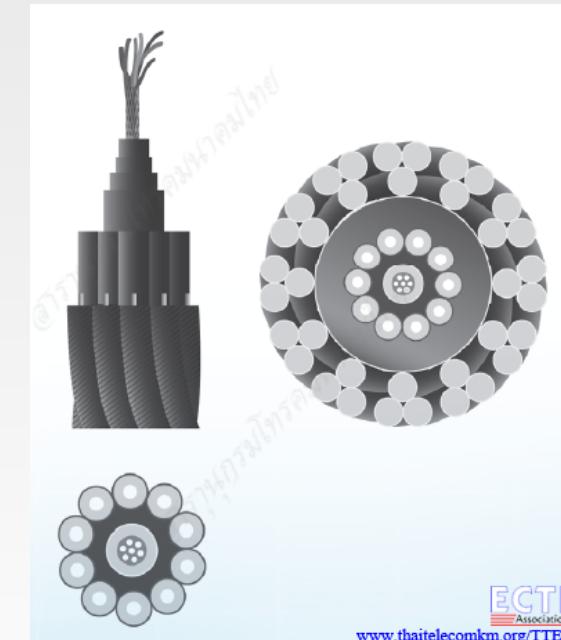


# สหราชอาณาจักร

ธง ◆	แคว้น ◆	สถานะ ◆	ประชากร ◆
	อังกฤษ	ราชอาณาจักร	50,431,700
	สกอตแลนด์	ราชอาณาจักร	5,094,800
	เวลส์	ราชรัฐ	2,958,600
	ไอร์แลนด์เหนือ	มณฑล	1,724,400

# กิจการໂໄຣເລຂ

- ໂໄຣເລຂບຍາຍຕັ້ງໃນ ຍຸໂໂປ ອເມຣິກາເໜືອ ແລະ ຕະວັນອອກກລາງ
- ວິຄວກຮສຫຣາຊອານາຈັກ ແລະ ສຫຮັ້ງອເມຣິກາ ເຮັດແນວຄົດກາຮ່ວມສ້າງສານທົ່ວໄປ
- ເຄເບີລໃຕ້ນໍາຮຸນແຮກ
  - ຮະຫວ່າງເກະວັງກຸຖ ກັບ ປະເທດອື່ນໃນຍຸໂໂປ



ECTI  
Association

[www.thaitelecomkm.org/TTE/](http://www.thaitelecomkm.org/TTE/)

# ความก้าวหน้าระบบสื่อสารโทรเลข

---

- ระบบการสื่อสารโทรเลขใต้น้ำ
- นำร่องโครงการวิศวกรรมชั้นแนวหน้าต่อเนื่อง 1850-1860
  - เทคโนโลยีการสร้างเรือเดินสมุทร
  - การสร้างสายโทรเลข
  - เทคโนวิเคราะห์ทางสายเคเบิลใต้ทะเล
  - เทคโนโลยีด้านมหาสมุทรศาสตร์
- ปัญหาด้านเทคนิค
  - ของการลดกอน (Attenuation)
  - การกระจาย (Dispersion) ของสัญญาณ
- เกิดจากค่าการเก็บประจุ (capacitance) ของสายนำสัญญาณ

# ผลกระทบสัมภานทางไฟฟ้า

---

- วิลเลียม ทอมป์สัน (William Thomson)
- ตีพิมพ์ผลการคึก嗽เมื่อปี ค.ศ.1854(พ.ศ. 2397)
  - ใช้หลักการสมการของฟูเรียร์ (Fourier)
  - การส่งถ่ายความร้อน (Heat transfer)
- ได้แบบจำลองของการส่งสัมภานไฟฟ้า ผ่านสายเคเบิลใต้น้ำ ที่มีระบบทางไกล

# Transmission of Elastic Waves through a Stratified Solid Medium

WILLIAM T. THOMSON\*  
*University of Wisconsin, Madison, Wisconsin*  
 (Received June 14, 1949)

## TRANSMISSION OF PLANE WAVES THROUGH STRATIFIED SOLID PLATES

Choosing the coordinate axes as shown in Fig. 1,  $\omega_x$ ,  $\omega_y$  and  $m$  will be zero. Considering the  $n$ th plate, the dilatation and rotation satisfying the wave equation are

$$\Delta = [\Delta' \exp(ih(l_\Delta x + n_\Delta z)) + \Delta'' \exp(ih(l_\Delta x - n_\Delta z))] e^{ipt} \quad (6)$$

$$\omega = [\omega' \exp(ik(l_\omega x + n_\omega z)) + \omega'' \exp(ik(l_\omega x - n_\omega z))] e^{ipt}$$

where the primed and double primed quantities represent the advancing and reflected waves. Substituting into Eq. (4) and (5) and omitting the trivial time factor, we obtain the following equations at  $x=0$ ,  $z=d$ , and  $x=0$ ,  $z=0$ , expressed in matrix form.

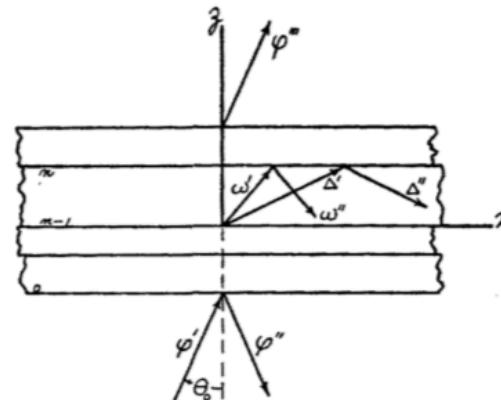


FIG. 1.

$$\begin{bmatrix} \xi_n \\ \dot{\xi}_n \\ \sigma_n \\ \frac{\tau_n}{2G} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{pl_\Delta}{h} \cos P & \frac{ipl_\Delta}{h} \sin P & \frac{2pn_\omega}{k} \cos Q & \frac{i2pn_\omega}{k} \sin Q \\ \frac{ipn_\Delta}{h} \sin P & \frac{pn_\Delta}{h} \cos P & -\frac{i2pl_\omega}{k} \sin Q & -\frac{2pl_\omega}{k} \cos Q \\ (\lambda + 2Gn_\Delta^2) \cos P & i(\lambda + 2Gn_\Delta^2) \sin P & -4Gl_\omega n_\omega \cos Q & -i4Gl_\omega n_\omega \sin Q \\ il_\Delta n_\Delta \sin P & l_\Delta n_\Delta \cos P & -i(l_\omega^2 - n_\omega^2) \sin Q & -(l_\omega^2 - n_\omega^2) \cos Q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta' + \Delta'' \\ \Delta' - \Delta'' \\ \omega' - \omega'' \\ \omega' + \omega'' \end{bmatrix}, \quad (7)$$

# ຈົດໝາຍເຫດ

ປີ ພ.ສ.	ເຫດການສຳຄັນ
2337	ຍຸດໂກຣຄມນາຄມທີ່ເປັນຮະບບໄດ້ຮັບກາຍອມຮັບວ່າໄດ້ເຮັ່ນຂຶ້ນເນື່ອມີກາລສ່ົງໂກຣເລຂເຊິ້ງແສງເປັນກາງກາຣະຫວ່າງກຽງປາຣີສ (Paris) ກັບເມືອງເລີຍລ (Lille) ປະເທດ ຜຣິ່ງເຄສ ເນື່ອວັນທີ ۹ ຊົງຫາຄມ
2387	ໂກຣຄມນາຄມຍຸດໃໝ່ເປີດຕົວອຍ່າງເປັນກາງກາຣ [၃] ເນື່ອແຊນນອລ ມອຣີສ (Samuel Morse) ສ່ົງຂ້ອຄວາມສາරານະກາງໂກຣເລຂ ລັ ປະເທດສຫ້ອມເມຣິກາ ເນື່ອວັນທີ ۲۵ ພຸດພະກັນ ມີຂ້ອຄວາມວ່າ “ພຣະເຈົ້າກຳຈານວະໄຣ (What hath God wrought)”
2408	ສາປະນາສຫກາພໂກຣຄມນາຄມຮະຫວ່າງປະເທດຫຼື້ອກີຢູ່ (International Telecommunication Union: ITU) ເນື່ອວັນທີ ۱၆ ພຸດພະກັນ
2475	ໄວກີຢູ່ໃຫ້ນຍານຄໍາວ່າໂກຣຄມນາຄມເປັນຄົງແຮກວ່າ “ກາລສ້ອສາຣໄດ ၅ ໄນວ່າຈະດ້ວຍໂກຣເລຂ ຫຼື້ອໂກຣຄັພກ ເພື່ອສ່ົງສ້ານລັກຜະນີ ສ້ານຄູານ ບ້າວຄວາມ ກາພແລະເສີຍງ ໄປຕາມປກຕິກາງສາຍ ສ່ົງຄລື່ນວົກຍູ ກັບຮະບບອື່ນໆ ກັບຮະບວນກາລສ່ົງສ້ານຄູານກາງໄຟຟ້າຫຼື້ອກາມອອນເໜັບ (ເສາສ່ົງສ້ານລັກຜະນີ) ຕ່າງ ၅”

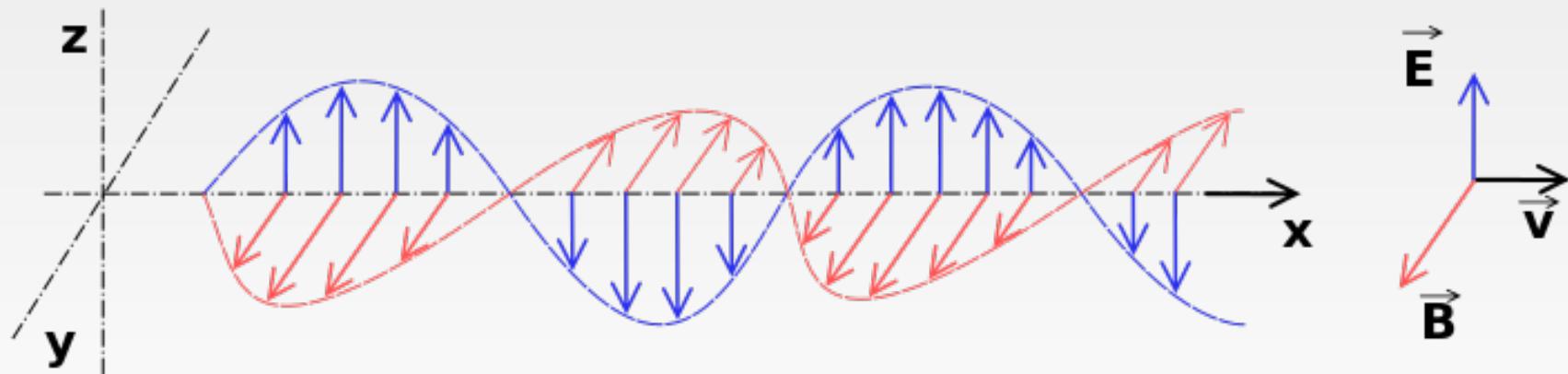
# เคเบิลข้ามมหาสมุทร

---

- หน่วยปฏิบัติการเบลล์จากบริษัทเอ็ทแอนด์กี
  - เสนอระบบมีช่องสัญญาณ 12 ช่อง (โทรศัพท์ 12 คู่สาย)
  - กวนสัญญาณทุก 50 ไมล์ (80 km)
  - แต่ต้องหยุดเราส่งความไม่สงบ
- การสื่อสารในอดีต ดำเนินการโดยกิจการไปรษณีย์โทรเลขของแต่ละประเทศเป็นหลัก
- สำนักงานกิจการไปรษณีย์โทรเลขสหราชอาณาจักร
  - เชื่อมต่อสายเคเบิลโทรศัพท์ระหว่างสหราชอาณาจักรและประเทศไทย
  - โครงการกีเอ็ท-วัน(TA T-1: Transatlantic No.1)

# คลื่นวิทยุกับการสื่อสาร

- เจมส์ คลาร์ก แมกซ์เวลล์ (James Clerk Maxwell) นักฟิสิกส์ชาวสหราชอาณาจักร
- เสนอผลงานในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า สมการแมกซ์เวลล์
  - ชุดสมการเชิงอนุพันธ์ (differential equations) 4 ชุด



# Maxwell's equations

---

- Gauss's law
- Gauss's law of magnetism
- Maxwell-Faraday equation
- Ampère's circuital law
- **E** = Electric field
- **B** = Magnetic field
- **J** = current density
- $(\cdot, x)$  del dot  $\parallel \text{a} \approx$  del product
  - $\nabla$  Divergence/curl operator

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$
$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

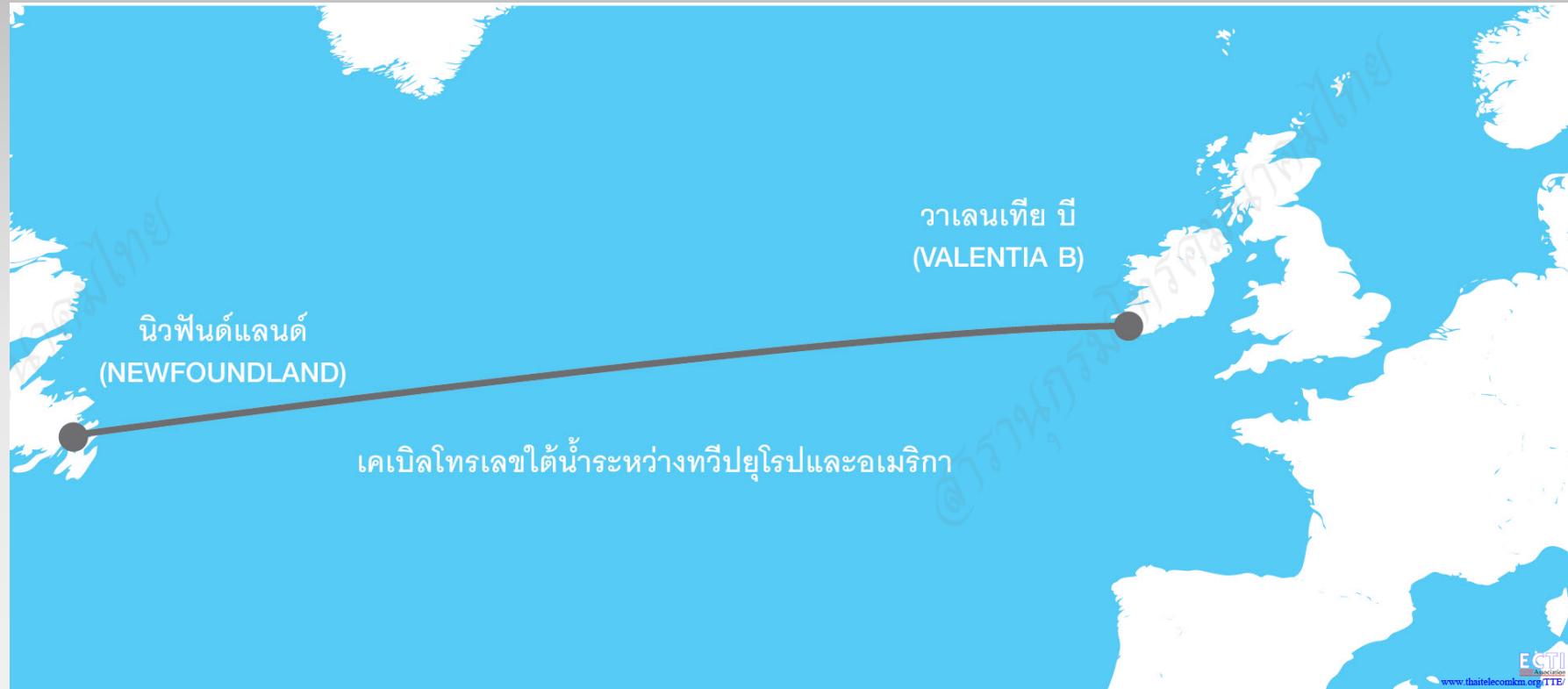
$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \left( \mathbf{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right)$$

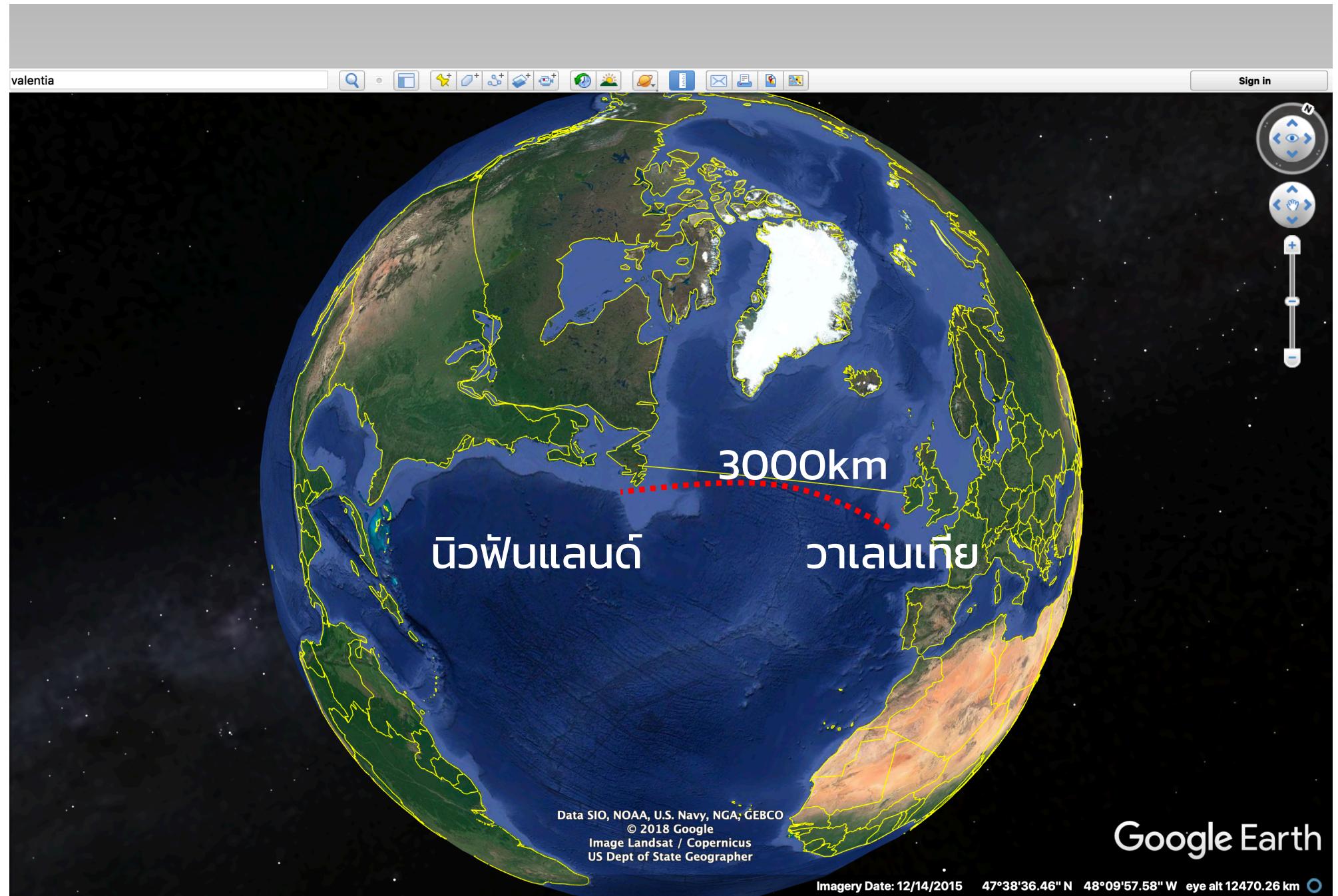
# ผลกระทบจากการแมกเวล์

---

- คศ. 1888 ไฮนริช เอิร์ตซ์ (Heinrich Hertz)
  - พิสูจน์การแพร่คลื่นวิทยุโดยใช้สมการแมกเวล์
  - สาริตการแผ่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งการสร้างและการตรวจจับสัญญาณ ในห้องปฏิบัติการ
- คศ. 1896 กูเกียร์โลโม่ มาร์โคนี (Guglielmo Marconi)
  - พัฒนาเครื่องส่งสัญญาณไร้สาย ได้ไกลหลายร้อยไมล์
- คศ. 1901 กูเกียร์โลโม่ มาร์โคนี ส่งคลื่นวิทยุข้ามทวีป



# การโยงสายเคเบิล ระหว่างทวีปยุโรป-อเมริกา ปี ค.ศ.1858(พ.ศ.2401)



# การสื่อสารໄร้ายยุคเริ่มต้น

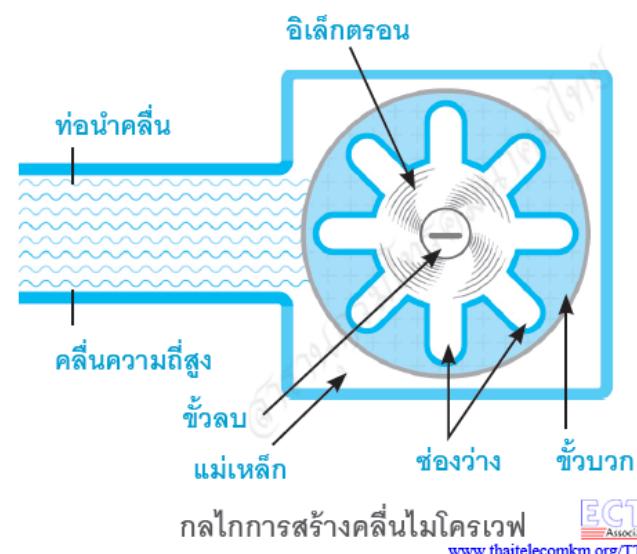
---

- คศ. 1920 ใช้โทรเลขด้วยคลื่นวิทยุเป็นหลัก
- มีการใช้งานร่วมกับระบบเดินเรือ การกู้ภัยทางทะเล
- เหตุการณ์สำคัญ
  - อุบัติเหตุเรือรีพับลิก (Republic) ชนเรือโดยสารฟลอริดา (Florida)
    - สัญญาณวิทยุแจ้งเหตุของเรือรีพับลิก กำให้บริษัทไวต์สตาร์ไลเนอร์ส่งเรือมาช่วยลูกเรือทั้ง 1650 คนได้ทั้งหมด
  - ไททานิก (Titanic) ประสบอุบัติเหตุชนกูเขาน้ำแข็ง
    - มีผู้รอดชีวิต 700 คน จาก 2200 คน
    - ไม่มีการเฝ้ารับสัญญาณกีชาญผิ้งตลอด 24 ชั่วโมง

# การสื่อสารไร้สายยุคเริ่มต้น

- กองก้าพสหราชอาณาจักร

- พัฒนาหลอดแมกนีตرون
- สามารถใช้สร้างลูกคลื่นหรือพัลส์ (Pulse) สัญญาณวิทยุความถี่สูงที่มีกำลังส่งสูงๆ
- เป็นเทคโนโลยีเรดაห์ยุคแรก



# S:UUULSAKA'

- จากโครงการ ล้อมรั้วบ้านหรือเซนໂອນ (Chain Home )
    - ระบบเตือนภัยล่วงหน้า
    - การจัดการการระบุการค้นหาอากาศยาน ของผู้บุกรุก
    - ตรวจจับการบุกรุกยามวิกาล การทิ้งระเบิด และการค้นหาเป้า สำหรับปืนต่อสู้อากาศยาน
  - พัฒนาต่อยอดเป็น
    - ระบบโทรศัพท์แบบ เอฟเอ็ม (FM) และการสื่อสาร ด้วยคลื่นความถี่สูงมากหรือวีเอชเอฟ (VHF)

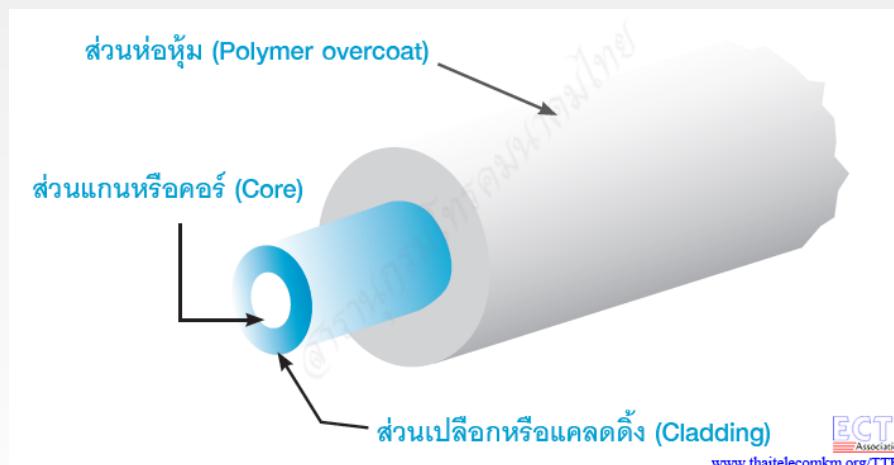
# การสื่อสารด้วยเส้นใยนำแสง

- ประกอบด้วย

- ตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง
- ตัวแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณข้อมูลทางไฟฟ้า
- สื่อบำสัญญาณ เป็นไนเกิลหรือพลาสติกโปร่งแสง

- เส้นใยนำแสง

- มีอยู่สองส่วนคือ คอร์ (Core) และ แคลดดิ้ง (Cladding)



# Fiber Optic Cabling

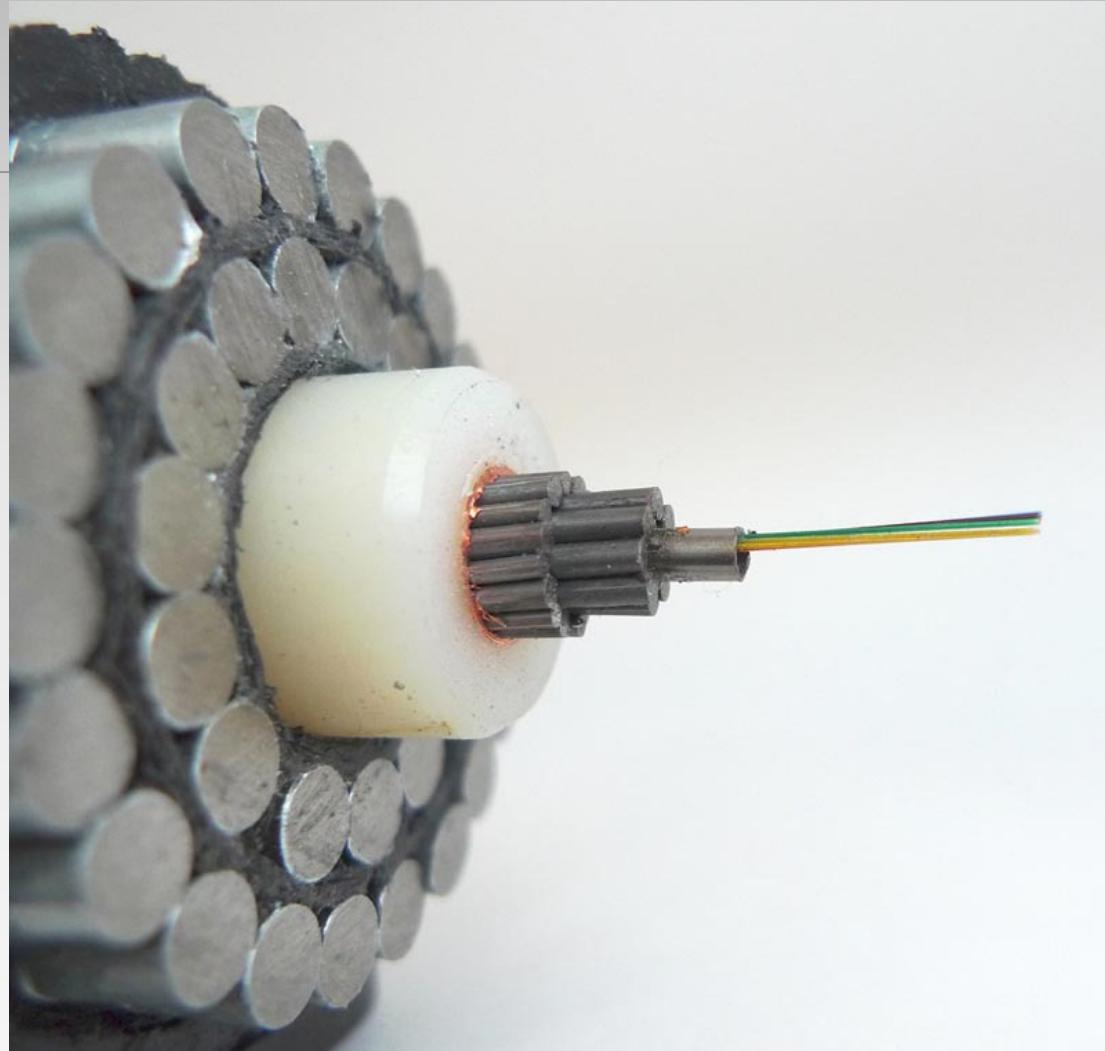
- **Fiber optics** สายนำสัญญาณแสง

- อดีตใช้เส้นใยแก้ว
- ปัจจุบันใช้พลาสติกคุณภาพสูง

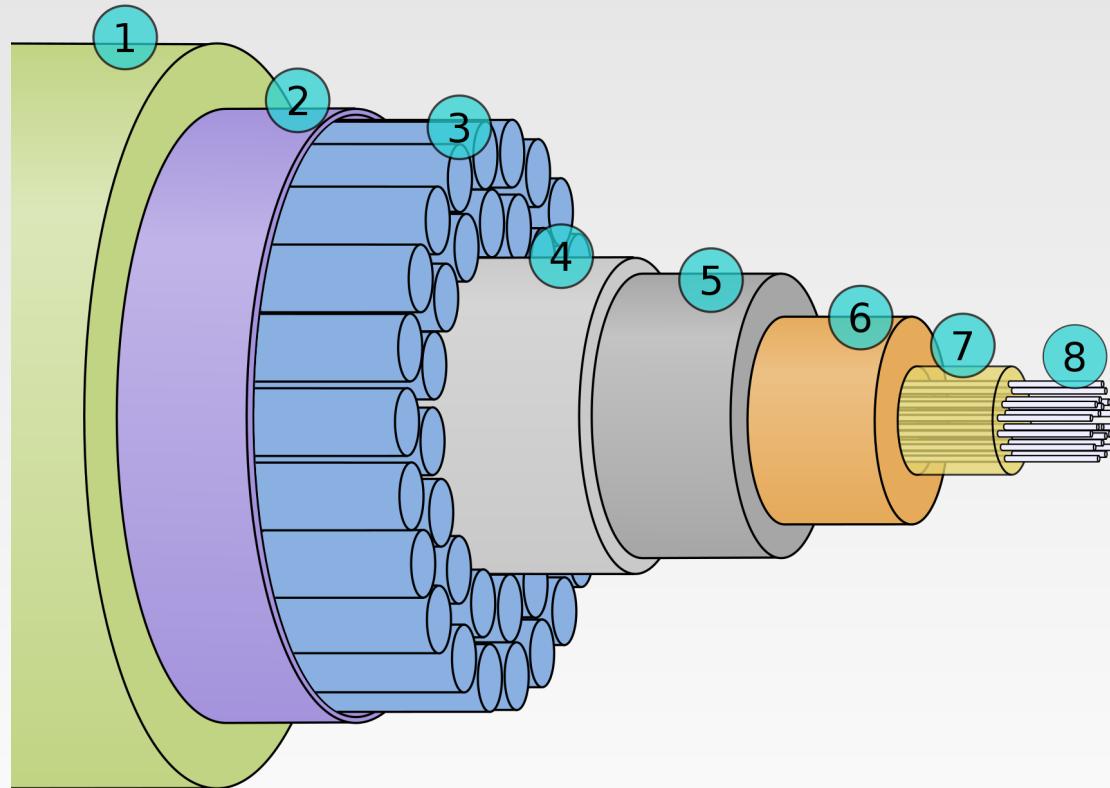


Multimode สีส้ม

Single-mode สีเหลือง



[https://youtu.be/M7stcJ65\\_X4?t=271](https://youtu.be/M7stcJ65_X4?t=271)

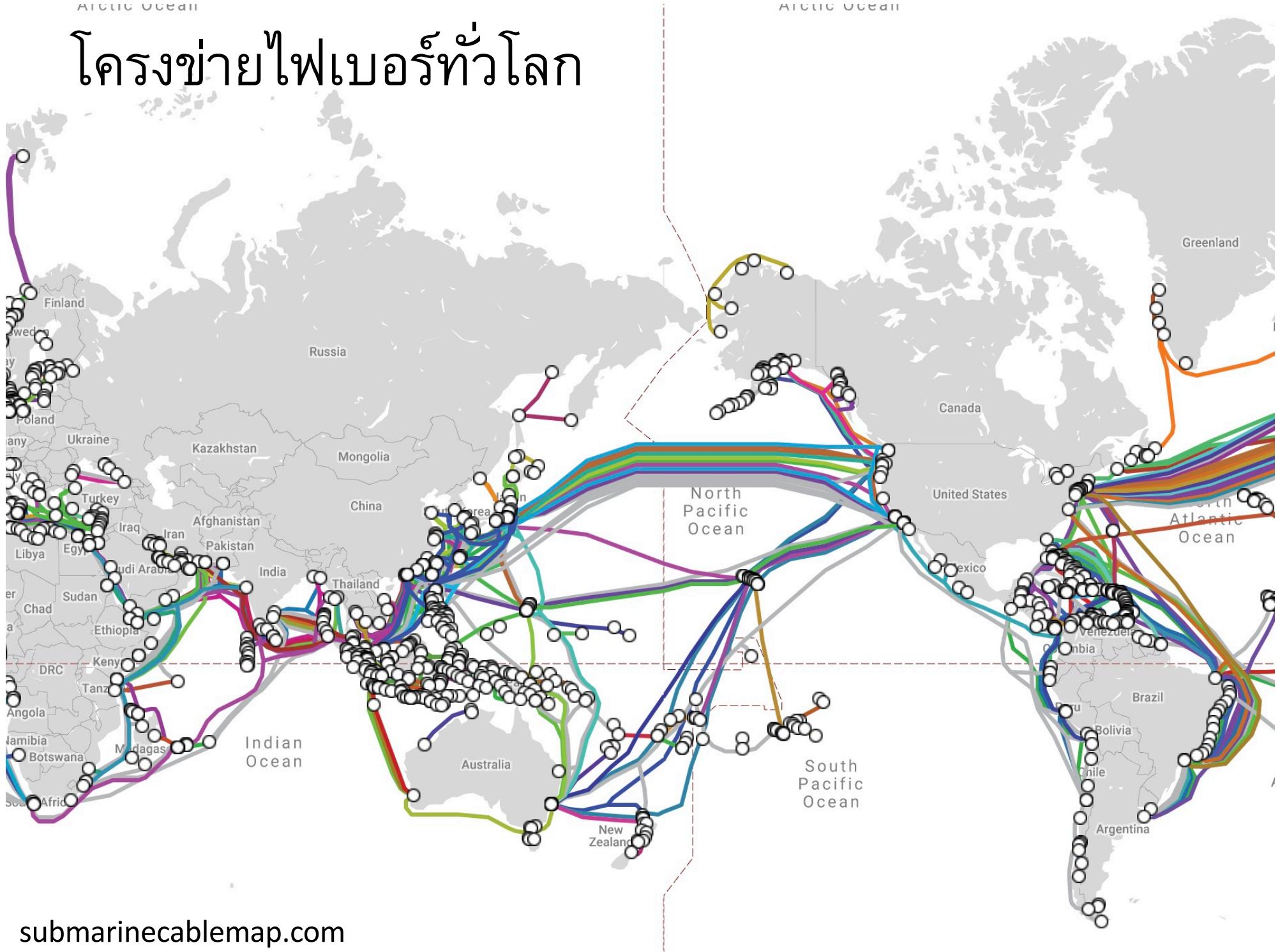


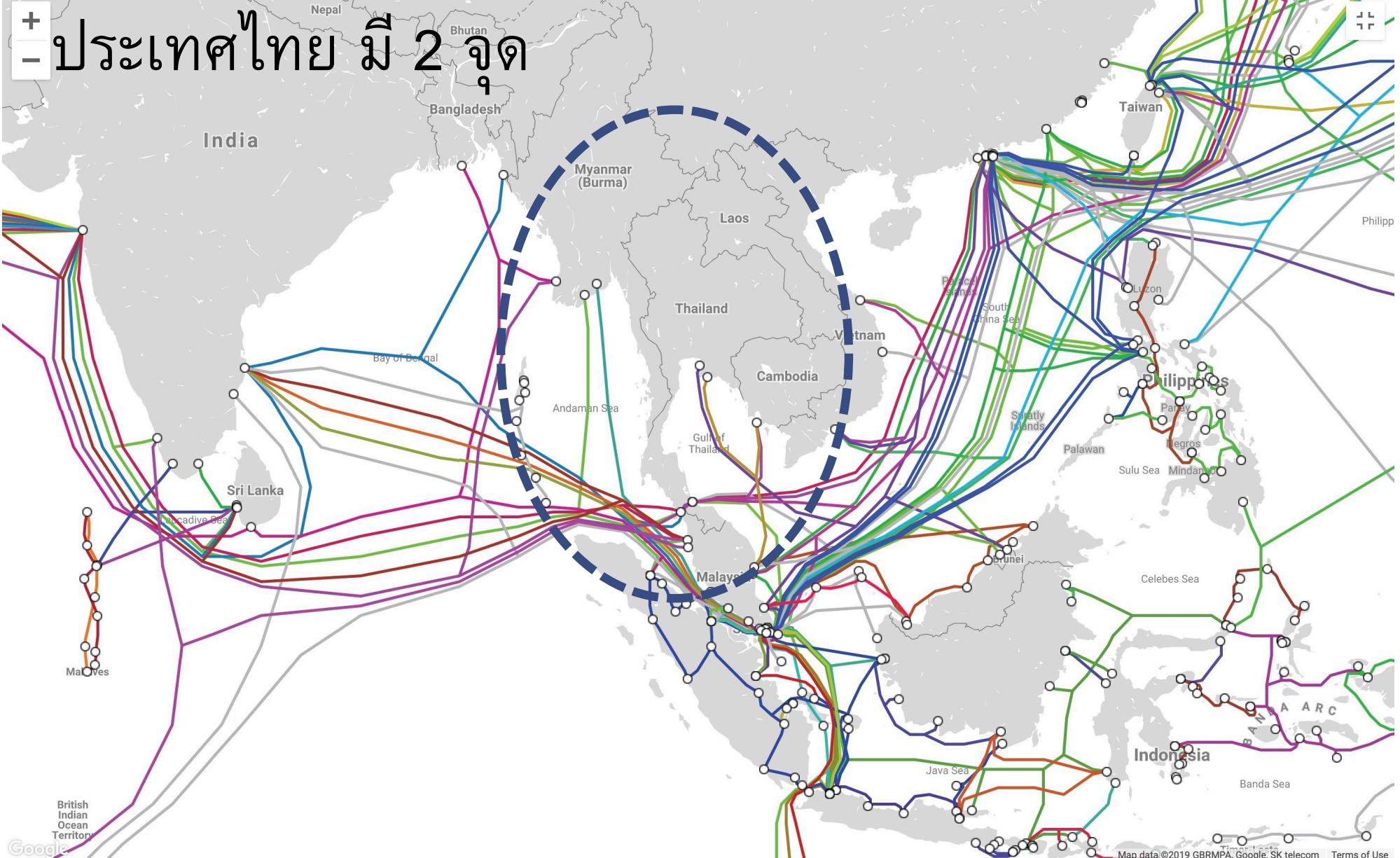
- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1 | - Polyethylene                   |
| 2 | - Mylar tape                     |
| 3 | - Stranded <b>steel</b> wires    |
| 4 | - <b>Aluminium</b> water barrier |
| 5 | - Polycarbonate                  |
| 6 | - Copper or aluminium tube       |
| 7 | - Petroleum jelly                |
| 8 | - Optical fibers                 |

ATLANTIC OCEAN

ATLANTIC OCEAN

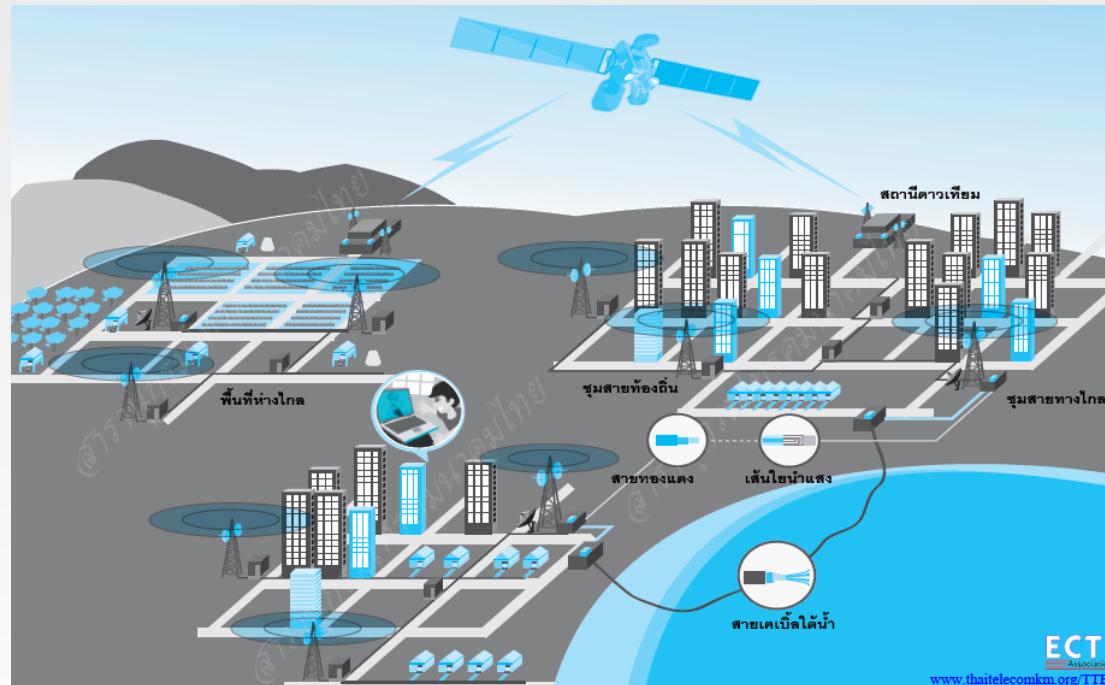
# โครงข่ายไฟเบอร์ทั่วโลก





# ระบบโทรศัพท์มือถือใหม่

- อุปกรณ์สื่อสารต้นและปลายทาง (Terminal Unit)
- ระบบสื่อสารณภาพ (Transmission System)
- ระบบตัดต่อหรือชุมสาย (Switching System)



# การสื่อสารอินเทอร์เน็ต



# การบ้าน

---

- <https://elab.npu.world>
- 31110316 Computer Networks [2563/2] Sec:กลุ่ม cpe-2562
- พุธ 16:00u.