

# บทที่ 4 การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัลและการอินเทอร์เน็ต

*(Transmission of Digital Data and Interfaces)*



# วัตถุประสงค์



1. อธิบายหลังการส่งข้อมูลแบบขนานและหลักการส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้อย่างถูกต้อง
2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ซิงโครนัสและไอโซโครนัสได้
3. บอกทิศทางการส่งผ่านข้อมูลในแต่ละรูปแบบได้อย่างถูกต้อง
4. อธิบายการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์แบบ DTE-DTE และ DTE-DCE ได้
5. สามารถบอกคุณลักษณะมาตรฐานอินเตอร์เฟซ EIA-232 ได้
6. เข้าใจหลักการทำงานของโมเด็ม และทราบถึงซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้เพื่อเชื่อมต่อสื่อสาร
7. อธิบายรายละเอียดของอินเตอร์เฟซความเร็วสูงระหว่าง FireWire และ USB ได้
8. อธิบายหลักการทำงานของโมเด็ม และมาตรฐานการปฏิบัติงานของโทรศัพท์ได้
9. อธิบายรายละเอียดของเทคโนโลยี DSL ได้อย่างถูกต้อง

# การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล



การส่งผ่านข้อมูล เป็นกระบวนการนำข้อมูลข่าวสารจากผู้ส่ง ผ่านสื่อกลางหรือสายสื่อสาร เพื่อส่งไปยังผู้รับปลายทางได้อย่างถูกต้อง ซึ่งโดยปกติจำเป็นต้องดำเนินการกับสิ่งต่อไปนี้

1. การเข้ารหัส (Encoding) ข้อมูลให้เป็นสัญญาณ
2. ส่งสัญญาณผ่านสื่อกลาง เช่น สายสื่อสาร หรือวิทยุ
3. ปลายทางถอดรหัส (Decoding) สัญญาณให้กลับมาเป็นข้อมูลตามเดิม
4. สัญญาณแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน รวมถึงข้อกำหนดด้านการส่งผ่านข้อมูล

# การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล



## ข้อดีของการส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล

1. มีข้อผิดพลาดต่ำกว่าการส่งข้อมูลแบบ Analog เนื่องจากข้อมูลที่ถูกส่งอยู่ในรูปแบบไบนารี (0,1) ซึ่งสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดและแก้ไขได้ง่าย
2. ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าสัญญาณ Analog
3. การจัดการกับสัญญาณทำได้ง่าย เช่น การเข้ารหัสในรูปแบบต่างๆ
4. มีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลสูง
5. มีประสิทธิภาพสูง
6. มีความปลอดภัยสูง

# การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล

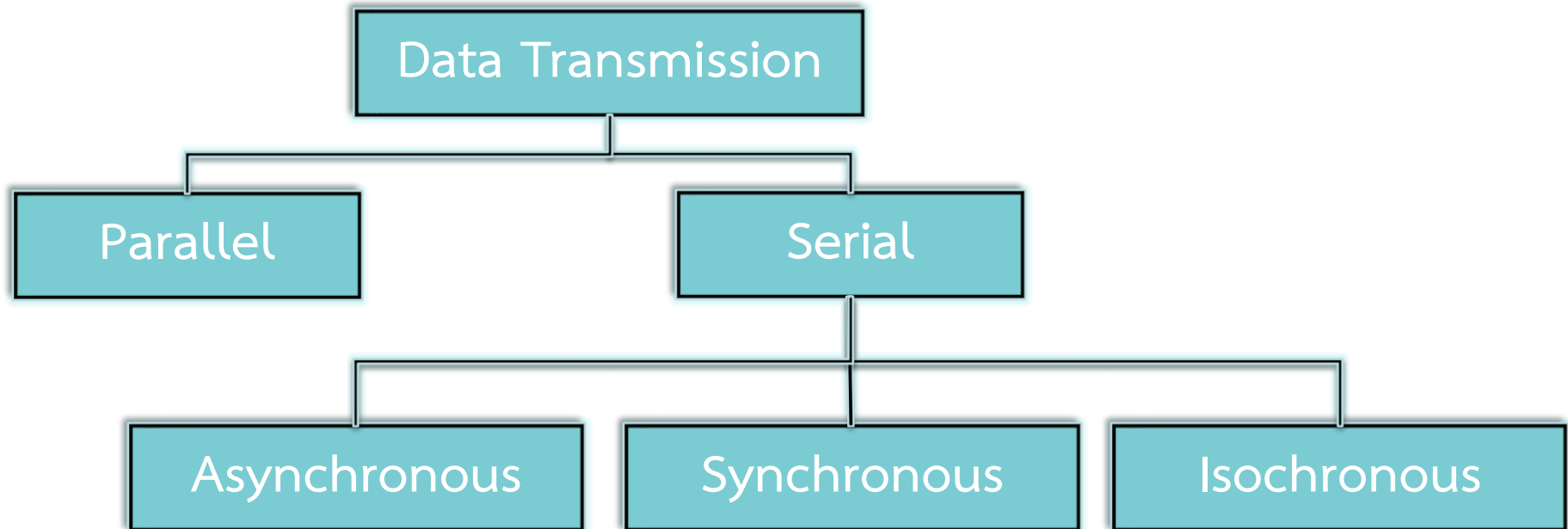


ในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่งผ่านสายสื่อสาร จำเป็นต้องมีวิธีการส่งไม่ว่าจะเป็นการส่งข้อมูลที่ละบิตหรือส่งเป็นกลุ่มของบิต และในการติดต่อสื่อสารกันของอุปกรณ์ทั้งสองฝั่ง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน จำเป็นต้องมีจังหวะการรับส่งข้อมูลที่สอดคล้องกัน ซึ่งการควบคุมจังหวะให้สอดคล้องกัน เรียกว่า **การซิงโครไนซ์ (Synchronize)**

ข้อมูลดิจิทัล จะอยู่ในรูปแบบไบนารี ซึ่งประกอบไปด้วยค่า 0 และ 1 ที่เรียกว่า บิต (bit)



# การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล



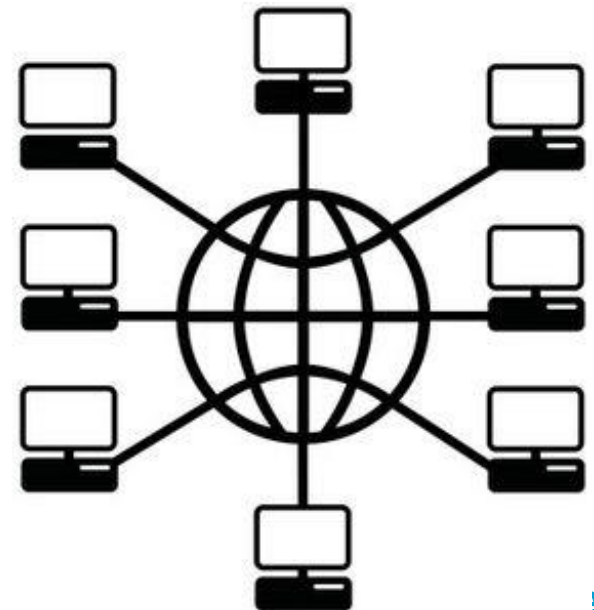
วิธีการส่งผ่านข้อมูล Digital

# การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล



วิธีการส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล มีดังนี้

1. การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transmission)
2. การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission) แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ
  1. แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)
  2. แบบซิงโครนัส (Synchronous)
  3. แบบไอโซโครนัส (Isochronous)

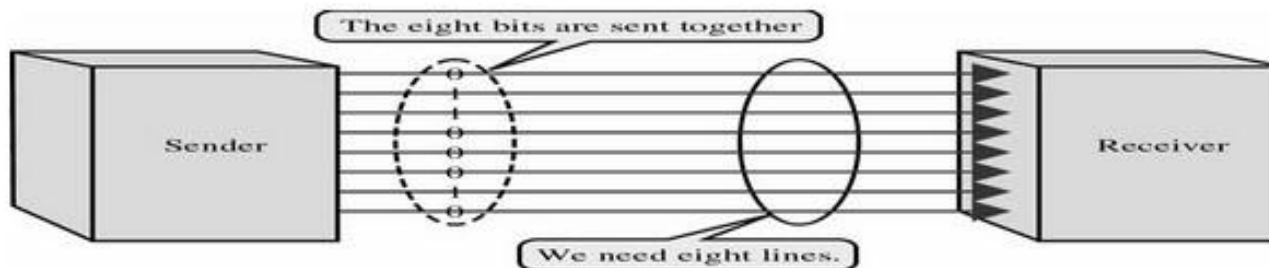




# การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transmission)

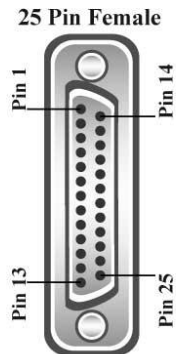


กลไกการส่งข้อมูลแบบขนาน ทำได้โดยการนำบิตหลายๆ บิตมารวมกันเป็นกลุ่มของข้อมูลจำนวน  $n$  บิต และสามารถส่งข้อมูล  $n$  บิตเหล่านั้นไปพร้อมๆ กันในหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกาข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งไปยังแต่ละช่อง (Channel) ขนานกันไป เช่น การส่งคอมพิวเตอร์ส่งงานไปพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ผ่านพอร์ต LPT



## LPT Printer Port

Pin 1	Data Strobe
Pin 2	Data 0
Pin 3	Data 1
Pin 4	Data 2
Pin 5	Data 3
Pin 6	Data 4
Pin 7	Data 5
Pin 8	Data 6
Pin 9	Data 7
Pin 10	Acknowledge
Pin 11	Busy
Pin 12	Paper Out
Pin 13	Select
Pin 14	Auto Feed
Pin 15	Error
Pin 16	Init
Pin 17	Select Input
Pin 18-25	Ground





# การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transmission)



## ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบขนาน

1. มีความรวดเร็ว เนื่องจากสามารถส่งกลุ่มบิตจำนวนหลายๆ บิต ไปยังปลายทางพร้อมกันได้

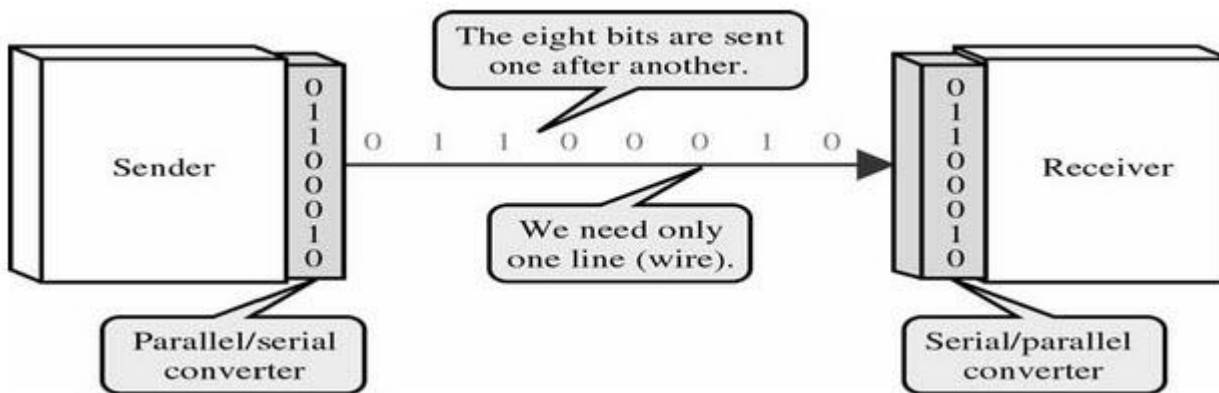
## ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบขนาน

1. ต้นทุนสูง เนื่องจากต้องมีช่องสัญญาณจำนวนเท่ากับจำนวนบิต
2. เหมาะสมกับการส่งข้อมูลระยะใกล้ โดยหากใช้วิธีนี้ในการส่งข้อมูลระยะไกล จะเสี่ยงต่อความผิดพลาดของสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณข้อมูลแต่ละบิตที่ส่งไปในระยะทางไกล อาจมีความเหลื่อมล้ำกัน ทำให้ข้อมูลแต่ละบิตเดินทางถึงปลายทางได้ไม่พร้อมกัน ส่งผลต่อความผิดพลาดของข้อมูลได้

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



กลไกการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ทำได้โดยจะทยอยส่งสัญญาณข้อมูลไปตามสายสื่อสารเพียงเส้นเดียว ด้วยการส่งทีละบิตในหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกา ซึ่งปลายทางจะทำการรวบรวมบิตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป



## ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

1. ประหยัดสายสื่อสาร เนื่องจากใช้สายสื่อสารเพียงเส้นเดียว
2. สามารถส่งข้อมูลได้ตั้งแต่ระยะทางสั้นๆ จนถึงระยะทางไกล

## ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

1. ความล่าช้าในการส่งข้อมูล เนื่องจากมีช่องสัญญาณเพียงช่องเดียวเท่านั้น

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



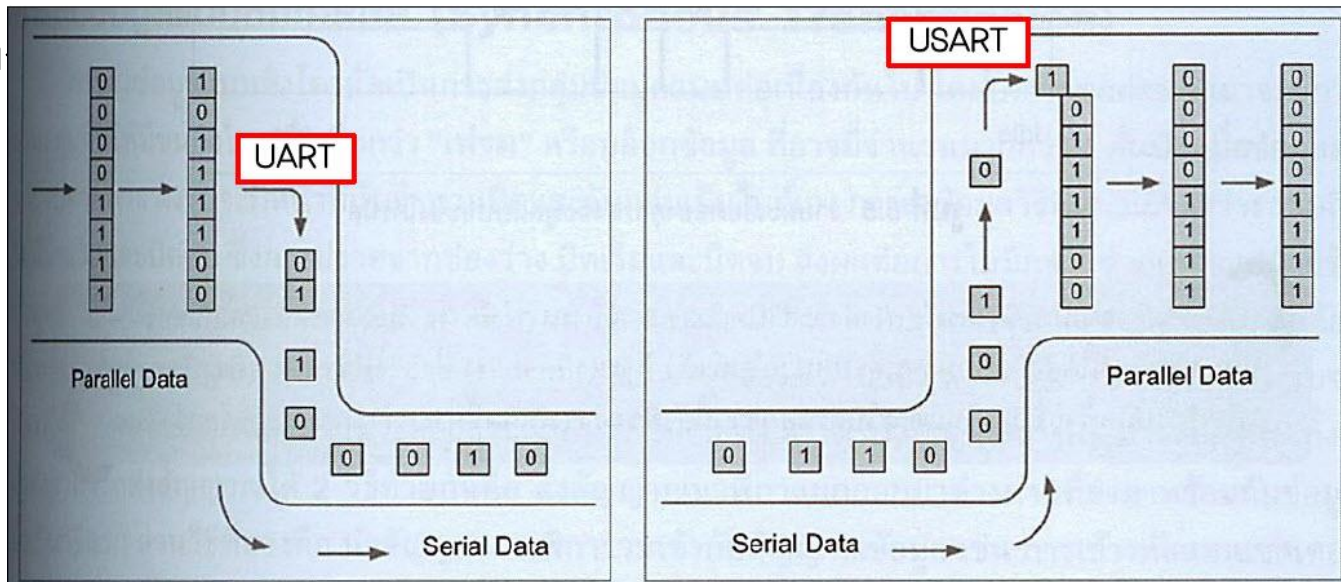
ในการแปลงข้อมูลระหว่างแบบอนุกรมและแบบขนานจะอาศัยรีจิสเตอร์เพื่อเป็น**ที่พักข้อมูล (Buffers)** สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว เช่น ถ้าข้อมูลที่ส่งเข้ามาเป็นแบบอนุกรม (ส่งบิตเรียงเข้ามาทีละบิต) เมื่อมาถึงปลายทาง บิตแต่ละบิตจะถูกนำมาจัดเก็บเรียงลำดับกันอยู่ในบัฟเฟอร์ จนกระทั่งครบตามจำนวนบิตที่ต้องการ จากนั้นรีจิสเตอร์ก็จะส่งข้อมูลทั้งหมดออกไปด้วยการส่งสัญญาณให้ซีพียูรับทราบ เพื่อให้โปรแกรม นำไบต์ (1ไบต์มี 8 บิต) หรือเวิร์ดเหล่านั้นไปประมวลผล

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



หากต้องการแปลงข้อมูลแบบขนานกลับไปเป็นแบบอนุกรม สามารถกระทำได้ด้วย  
กระบวนการตรงกันข้ามกระบวนการแปลงสัญญาณข้อมูล จะมีวงจรพิเศษ เรียกว่า **UART**  
(**Universal Asynchronous Receiver Transmitter**) สำหรับแปลงข้อมูลแบบขนานมาเป็น  
แบบอนุกรมและวงจรที่เรียกว่า **USART** (**Universal Synchronous Receiver**  
**Transmitter**)

สำหรับแปลง



ฝั่งต้นทางแปลงข้อมูลแบบขนานมาเป็นแบบอนุกรม ฝั่งปลายทางรับข้อมูลแบบอนุกรมเข้ามาและแปลงเป็นแบบขนาน

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



การส่งข้อมูลแบบอนุกรม มีวิธีส่งอยู่ 3 วิธี

## 1. การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission)

เป็นวิธีที่หลีกเลี่ยงปัญหาด้านเวลา ที่ฝั่งรับไม่ทราบเวลาที่แน่ชัดของข้อมูลที่ส่งมาจากฝั่งส่ง ฝั่งส่งและฝั่งรับไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันในการควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล โดยเริ่มต้นที่ไม่มีการส่งข้อมูลใด จะอยู่ในสถานะนิ่งเฉย (Idle State) และกำหนดให้สัญญาณมีค่าเป็น 1 เมื่อมีการส่งข้อมูล ระดับสัญญาณจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ทำให้เกิดเป็นบิตขึ้นมา เรียกว่า **บิตเริ่ม (Start Bit)** เพื่อบอกให้ทราบว่า ต่อไปจะมีข้อมูลส่งมา เมื่อฝั่งส่งได้ส่งบิตข้อมูลจนครบแล้ว (5-8 บิต) ก็จะส่งข้อมูลอีกหนึ่งบิตที่มีระดับสัญญาณมีค่าเป็น 1 เป็นตัวปิดท้าย เรียกว่า **บิตจบ (Stop Bit)** เพื่อบอกให้รู้ว่า ได้ส่งข้อมูลครบตามจำนวนไบต์แล้วตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารด้วยวิธีนี้ คือ คีย์บอร์ด ซึ่งจะพบว่า แต่ละตัวอักษรที่พิมพ์จะมีช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และเมื่อไม่มีการพิมพ์ข้อมูลใดๆ ก็将在อยู่ในสถานะ Idle



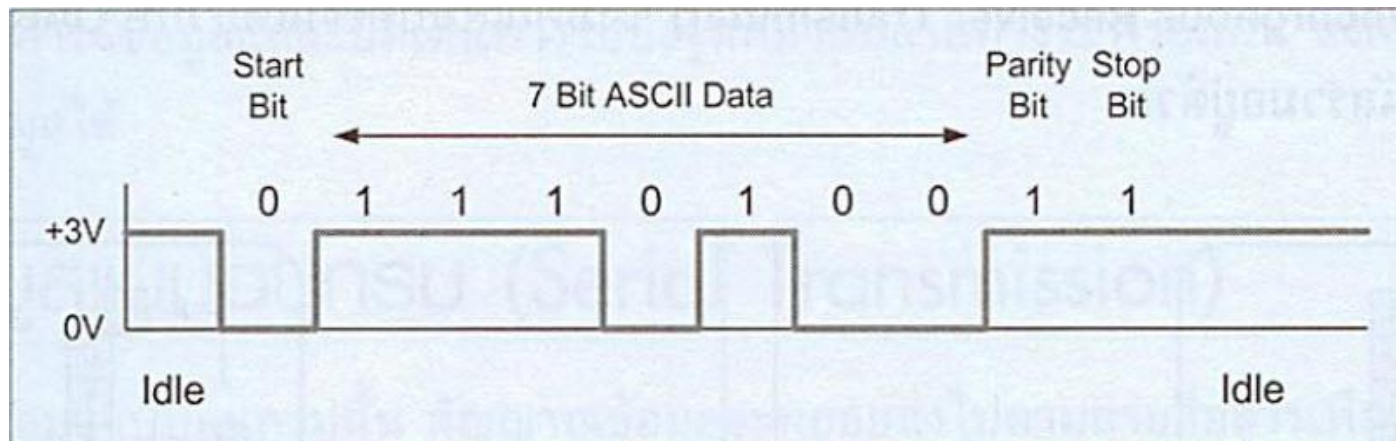
# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



การมีบิตเริ่ม และบิตจบ เป็นกลไกที่ทำให้ฝั่งรับทราบถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของข้อมูลในแต่ละไบต์

**ข้อดี**ของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ มีความคล่องตัวสูง สามารถส่งข้อมูลได้ทันที โดยไม่ต้องรอการเข้าจังหวะสัญญาณนาฬิกาของทั้งสองฝั่ง มีต้นทุนต่ำและมีประสิทธิภาพสูง สำหรับการสื่อสารกับอุปกรณ์ความเร็วต่ำ

**ข้อเสีย** คือ การมีโอเวอร์เฮดสูง เนื่องจาก ต้องมีบิตพิเศษต่างๆ พ่วงเข้าไปด้วยกับข้อมูล และฝั่งรับก็ต้องเสียเวลาในการถอดบิตพิเศษออก

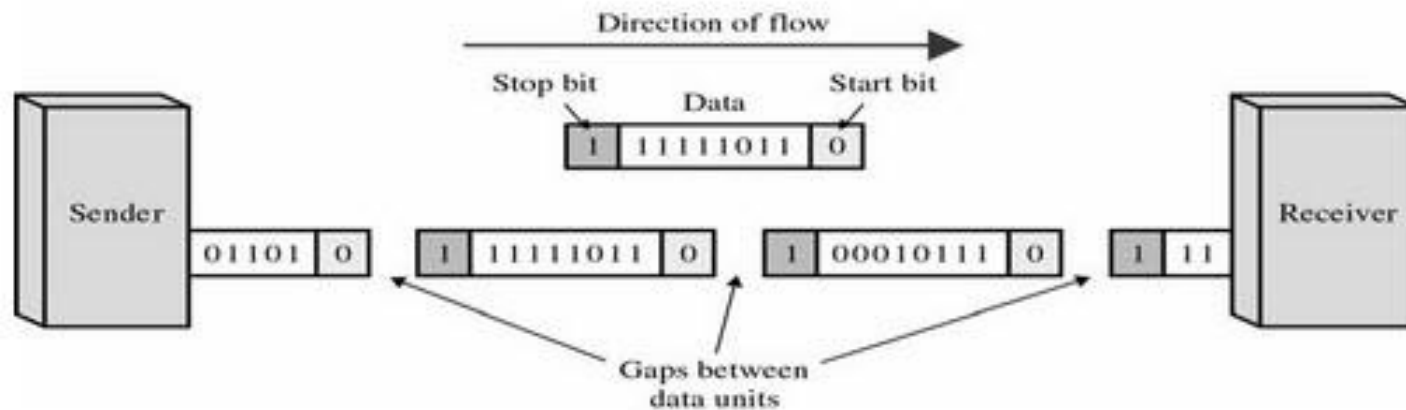


# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



ช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างไบนารี เรียกว่า **Gap**

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสจะไม่มี การควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันในระดับไบนารี แต่ในระดับบิตยังมีการควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันอยู่



รูปการส่งข้อมูลแบบ Asynchronous

**\*\*\* การส่งข้อมูลแบบ Asynchronous** จะไม่มี การควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันในระดับไบนารี แต่ในระดับบิตยังซิงโครไนซ์กันอยู่ คือ ยังคงมีการควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันในระดับบิตนั่นเอง



# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



## 2. การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

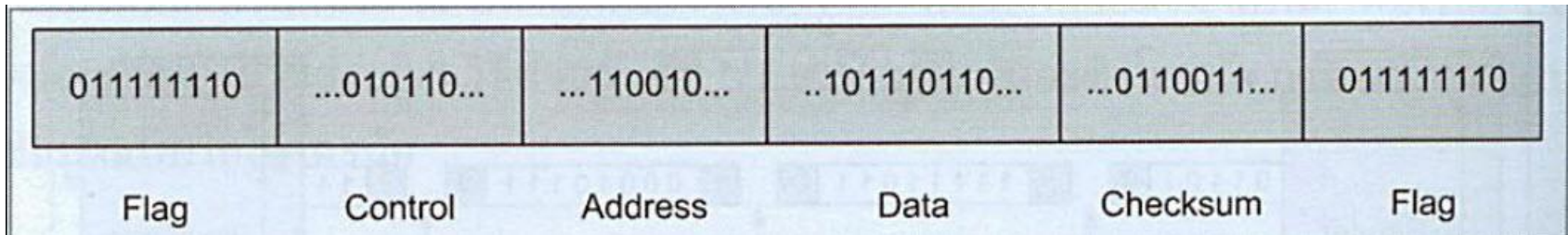
เป็นการส่งกลุ่มข้อมูลแบบต่อเนื่องกันไป โดยบิตที่ทยอยส่งเข้ามาจะมีการรวมกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกว่า **เฟรม** หรือบล็อกข้อมูล ซึ่งอาจมีจำนวนมากกว่า 1 พันบิต

เมื่อข้อมูลส่งมาถึงปลายทาง ฝ่ายรับจะทำหน้าที่นับจำนวนบิต และจับกลุ่มเป็นไบต์ ซึ่งการส่งวิธีนี้จะไม่มีช่องว่าง และไม่มีบิตเริ่มและบิตจบ

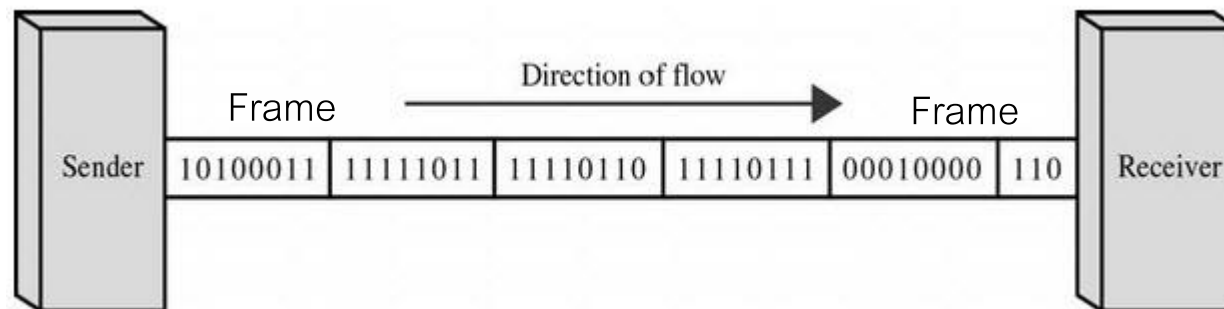
การไม่มีช่องว่าง บิตเริ่ม บิตจบ ทำให้ฝ่ายรับไม่สามารถทราบได้เลยว่าข้อมูลที่ส่งมาครบหรือยัง ดังนั้นการควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันระหว่างอุปกรณ์จึงกลายเป็นสิ่งสำคัญ คือ ทั้งฝั่งส่งและฝั่งรับจะต้องทำงานสอดคล้องกันตามจังหวะสัญญาณนาฬิกา ฝ่ายรับจะได้รับสัญญาณนาฬิกาจากฝั่งส่ง โดยฝั่งส่งสามารถส่งสัญญาณนาฬิกาได้ 2 วิธี

**วิธีแรก** คือ ส่งสัญญาณนาฬิกาแยกออกมาจากการส่งข้อมูล (ใช้งานได้ดีเมื่อส่งข้อมูลระยะใกล้) หรือ**วิธีที่สอง** คือ ส่งสัญญาณนาฬิการวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



เฟรมข้อมูลที่ส่งในรูปแบบ Synchronous



รูปแบบการส่งข้อมูลแบบ Synchronous

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



ในด้านอัตราความเร็ว การส่งข้อมูลแบบ Synchronous จะมีความเร็วสูงกว่า Asynchronous เนื่องจากข้อมูลมีการส่งอย่างต่อเนื่อง และไม่มีการเพิ่มบิตพิเศษต่างๆ เข้าไปในข้อมูล ทำให้ฝั่งรับไม่ต้องเสียเวลาในการนำบิตพิเศษเหล่านั้นออก ดังนั้นการสื่อสารด้วยวิธีนี้จึงมีความเร็วสูง เหมาะกับอุปกรณ์สื่อสารด้วยความเร็วสูง เช่น การส่งข้อมูลไปมาระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์

\*\*\* การส่งข้อมูลแบบ Synchronous ฝั่งส่งจะไม่มีบิตเริ่มต้น บิตจบ และช่องว่างใดๆ แต่จะส่งกลุ่มข้อมูลที่เรียกว่าเฟรมต่อเนื่องกันไป ดังนั้นการควบคุมจึงหวนเวลาให้สอดคล้องกันทั้ง 2 ฝั่ง จึงเป็นสิ่งจำเป็น และฝ่ายรับซึ่งเป็นส่วนปลายทาง จะรับหน้าที่นับจำนวนบิตเพื่อรวมกลุ่มเป็นไบต์

# การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)



## 3. การส่งข้อมูลแบบไอโซโครนัส (Isochronous Transmission)

มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า iso หมายถึง เท่ากัน และคำว่า chronous ที่หมายถึง เวลา เมื่อนำมารวมกันจึงหมายความว่า เวลาที่เท่ากัน สำหรับคุณสมบัติสำคัญของการส่งข้อมูลแบบ Isochronous คือ การส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูงในอัตราคงที่ และรับประกันเวลาในการส่งเนื่องจากการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่น ระบบออดิโอและวิดีโอ จำเป็นต้องส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ซึ่งการส่งข้อมูลแบบ Asynchronous (มีการหน่วงเวลาเกิดขึ้นจากช่องว่างระหว่างเฟรม) และ Synchronous ก็ยังไม่สามารถรองรับได้ จึงเกิดการส่งข้อมูลแบบ Isochronous ขึ้นมา เพื่อใช้งานเรียลไทม์ ที่รับประกันข้อมูลที่จะส่งมาถึงด้วยอัตราเร็วคงที่โดยจะนำการส่งข้อมูลแบบ Isochronous มาใช้เพื่อส่งผ่านข้อมูลบนบัส 1394 หรือเรียกว่า **ไฟร์ไวร์ (FireWire)** การส่งผ่านข้อมูลของ Isochronous จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของแพ็กเก็ต โดยขนาดของแพ็กเก็ตจะส่งผ่านอยู่บนแชนเนลที่ให้ไว้ และสามารถแปรผันจากเฟรมไปยังเฟรมได้ ส่วนขนาดของแพ็กเก็ตจะถูกจำกัดโดยแบนด์วิดท์เท่าที่มีอยู่

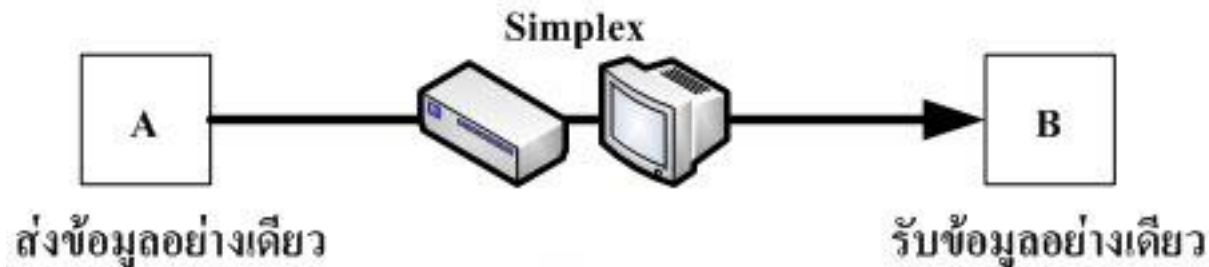
# ทิศทางการส่งข้อมูล (Transmission Mode)



ในการสื่อสารระหว่างฝั่งต้นทางและปลายทาง สามารถสื่อสารได้ตามทิศทาง 3 รูปแบบ คือ

## 1. การสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นวิธีการสื่อสารแบบทิศทางเดียว โดยแต่ละฝ่ายจะทำหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่งเท่านั้น เช่น ถ้าฝ่ายหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ส่ง อีกฝ่ายหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้รับ ตัวอย่างการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ เช่น คีย์บอร์ด จอภาพ การแพร่ภาพโทรทัศน์



# ทิศทางการส่งข้อมูล (Transmission Mode)

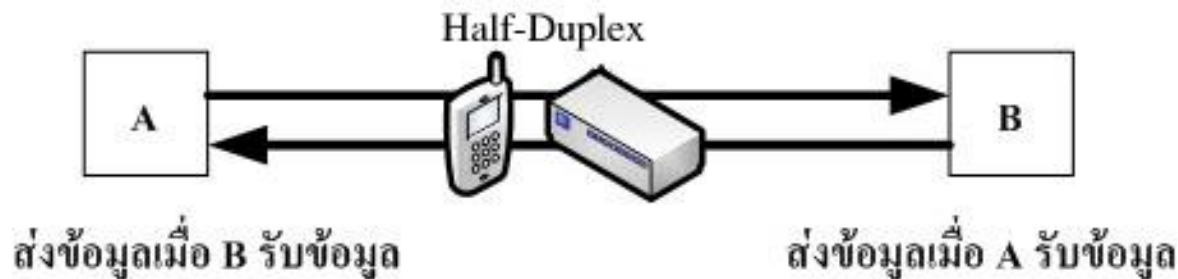


## 2. การสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half-Duplex)

เป็นวิธีการสื่อสารแบบสองทิศทางสลับกัน โดยที่แต่ละฝ่ายสามารถเป็นได้ทั้งผู้ส่งและผู้รับ และส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณเดียว คือไม่สามารถรับส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้ ต้องผลัดกันรับ และผลัดกันส่ง

การสื่อสารรูปแบบนี้ สามารถเปลี่ยนสถานะจากผู้ส่งให้กลายเป็นผู้รับ หรือจากผู้รับให้กลายเป็นผู้ส่งด้วยการสวิตช์ โดยการสวิตช์แต่ละครั้ง คือ การสับสวิตช์จากสถานะการรับข้อมูลไปเป็นการส่งข้อมูล หรือจากสถานะการส่งข้อมูลไปเป็นการรับข้อมูล

ตัวอย่างการสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ เช่น วิทยุสื่อสาร (WalkyTalky)





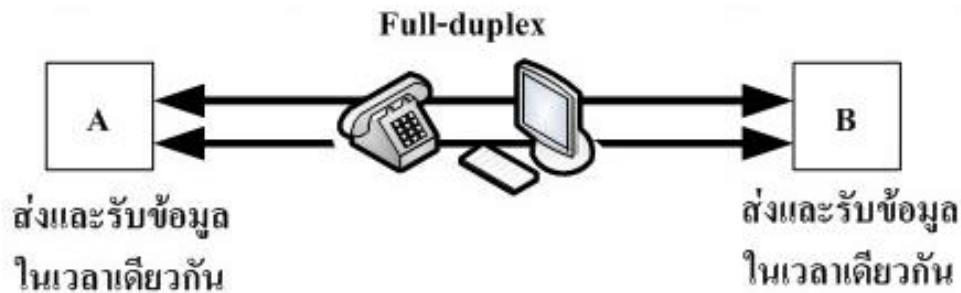
# ทิศทางการส่งข้อมูล (Transmission Mode)



## 3. การสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full-Duplex)

เป็นวิธีการสื่อสารแบบสองทิศทางในเวลาเดียวกัน โดยทั้งฝั่งรับและฝั่งส่งสามารถสื่อสารพร้อมกันได้ในเวลาเดียวกัน

ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์ คู่สนทนาสามารถคุยโต้ตอบกันได้ในช่วงเวลาเดียวกัน



วิธีการสื่อสารทั้ง 3 ชนิด ต่างมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยในการนำมาใช้งานจะพิจารณาทางด้านต้นทุน และลักษณะการใช้งานที่เหมาะสมเป็นสำคัญ



# การอินเตอร์เฟซ (Interface)



**การอินเตอร์เฟซ** คือ การลิงค์เชื่อมโยงระหว่าง 2 อุปกรณ์เข้าด้วยกัน โดยอุปกรณ์ที่นำมาลิงค์เพื่อเชื่อมโยงสื่อสารนั้น ไม่จำเป็นต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันเสมอไป อาจเป็นอุปกรณ์ต่างยี่ห้อ ต่างผู้ผลิต แต่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานเพื่อเป็นข้อกำหนดเฉพาะของอินเตอร์เฟซนั้นๆ ซึ่งประกอบด้วยข้อกำหนดต่างๆ ดังนี้

1. ข้อกำหนดทางกลไก ที่กล่าวถึงรูปทรงและขนาดของคอนเน็กเตอร์
2. ข้อกำหนดทางไฟฟ้า ที่กล่าวถึงความถี่ แอมพลิจูด และเฟสของสัญญาณที่คาดหมายไว้
3. ข้อกำหนดด้านฟังก์ชันการทำงาน ที่กล่าวถึงสายสัญญาณแต่ละเส้นมีหน้าที่อะไร
4. ข้อกำหนดด้านขั้นตอนการทำงาน ที่กล่าวถึงการควบคุมจังหวะและขั้นตอนการแลกเปลี่ยนข้อมูล

# DTE-DCE อินเทอร์เน็ต



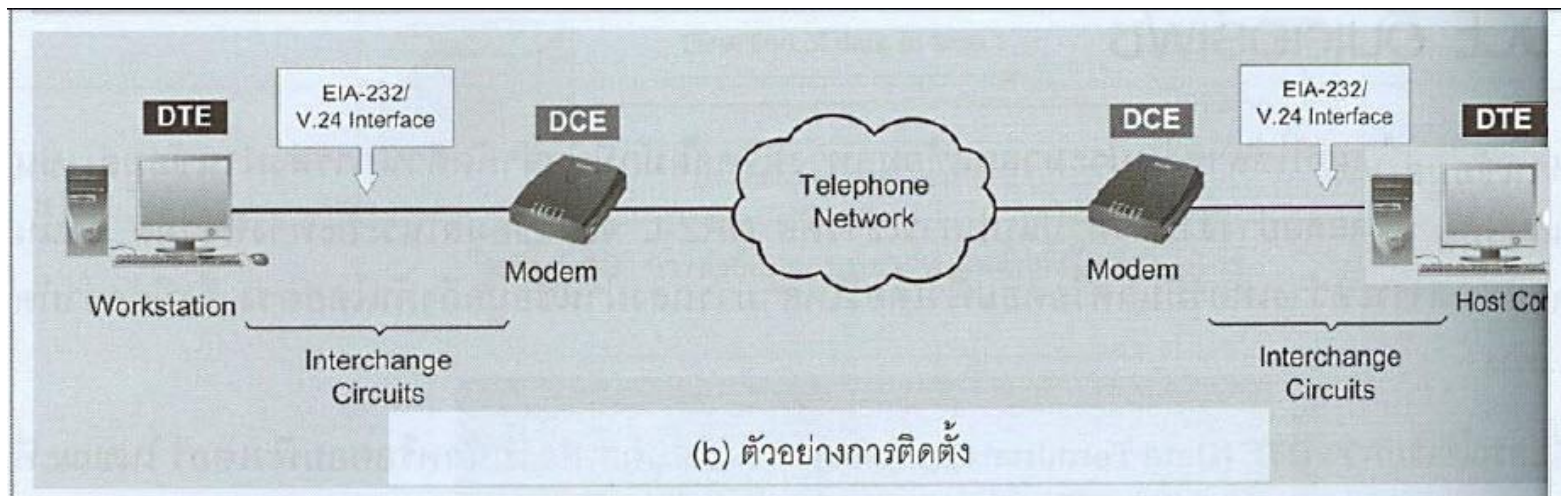
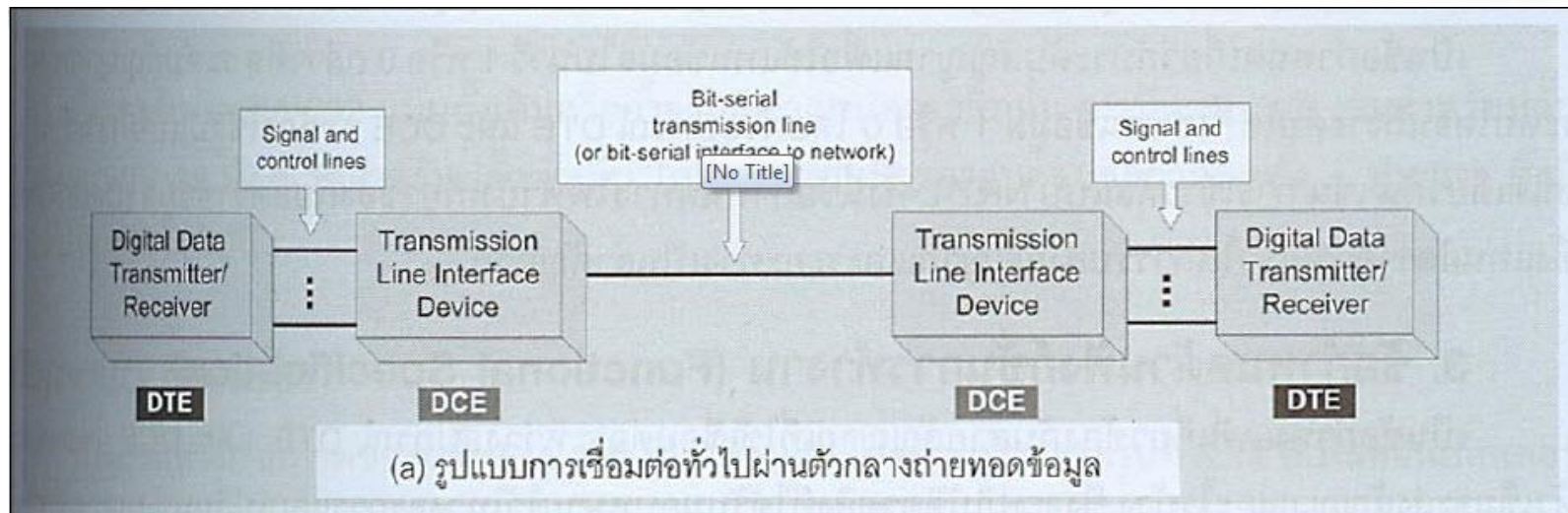
**DTE (Data Terminal Equipment)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูล หรืออาจเป็นทั้งตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูลก็ได้ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในลักษณะของ DTE มักใช้แทนแหล่งกำเนิดข้อมูลต้นทางแหล่งแรก หรือแหล่งรับข้อมูลปลายทางแหล่งสุดท้าย เช่น คอมพิวเตอร์ (แหล่งกำหนดข้อมูลต้นทาง) หรือเครื่องพิมพ์ (แหล่งรับข้อมูลปลายทาง)

อุปกรณ์ DTE จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของสัญญาณเพื่อใช้สำหรับสื่อสาร เมื่อสัญญาณได้ส่งไปยังอุปกรณ์ DTE ปลายทางที่เป็นฝ่ายรับ ก็จะดำเนินการแปลงสัญญาณที่รับมานั้นให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเหมือนกับที่ได้ส่งมา

**ข้อเสียของการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ DTE** ด้วยกัน คือ มีข้อจำกัดด้านการส่งผ่านข้อมูลบนระยะทางไกลๆ ดังนั้นหากมีความจำเป็นต้องส่งผ่านข้อมูลระยะไกล จำเป็นต้องพึ่งพาอุปกรณ์ที่เรียกว่า DCE เข้ามาช่วย

**DCE (Data Circuit-terminating Equipment)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ DTE ในกรณีที่ต้องการสื่อสารระยะไกล โดยปกติหมายถึง โมเด็ม

# DTE-DCE อินเทอร์เน็ต



# กำหนดสำคัญของมาตรฐานอินเทอร์เน็ต



คุณลักษณะของมาตรฐานอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยข้อกำหนดสำคัญ 4 ประการ คือ

## 1. ข้อกำหนดทางกลไก (Mechanical Specification)

เป็นข้อกำหนดทางกายภาพที่ใช้กำหนดรายละเอียดของปลั๊กหรือคอนเน็กเตอร์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ ว่ามีรูปทรงและขนาดของคอนเน็กเตอร์เป็นแบบใด มีหัวเข็มจำนวนกี่หัว เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถผลิตตามมาตรฐานและนำไปเชื่อมต่อสื่อสารกันได้ โดยคอนเน็กเตอร์หรือปลั๊กจะมีทั้งแบบตัวผู้และตัวเมีย และข้อกำหนดทางกลไกนี้จะแสดงถึงการเชื่อมต่อทางกายภาพที่แท้จริงระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE



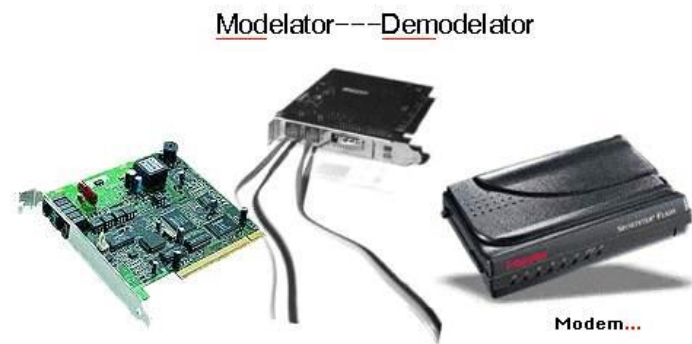


# กำหนดสำคัญของมาตรฐานอินเทอร์เน็ต



## 2. ข้อกำหนดทางไฟฟ้า (Electrical Specification)

เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับระดับสัญญาณเพื่อใช้แทนข้อมูลไบนารี 1 หรือ 0 ระดับสัญญาณตั้งแต่ระดับใดถึงระดับใดจะใช้แทนข้อมูล 1 หรือ 0 โดยทั้งอุปกรณ์ DTE และ DCE จะต้องใช้รูปแบบการเข้ารหัสชนิดเดียวกัน เช่น การเข้ารหัสแบบ NRZ-L ทั้งนี้ข้อกำหนดทางไฟฟ้ายังเกี่ยวข้องกับอัตราข้อมูล (Data Rate) ซึ่งแทนอัตราความเร็วในการรับส่งสัญญาณและระยะทางเป็นสำคัญ



# กำหนดสำคัญของมาตรฐานอินเทอร์เน็ต



## 3. ข้อกำหนดด้านฟังก์ชันการทำงาน (Functional Specification)

เป็นข้อกำหนดเกี่ยวข้องกับสายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE โดยแต่ละหัวเข็มจะส่งสัญญาณอะไรบ้าง ซึ่งจะปฏิบัติสิ่งที่ได้รับมอบหมายไว้ในวงจรการแลกเปลี่ยนข้อมูลของแต่ละวงจร ที่มีการจัดแบ่งหมวดหมู่ในส่วนของข้อมูล (Signal Circuit) การควบคุม (Control Circuit) เวลา (Timing Circuit) และอิเล็กทรอนิกส์กราวด์ (Electrical Ground)

## 4. ข้อกำหนดด้านขั้นตอนการทำงาน (Procedural Specification)

เป็นข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนและกระบวนการที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE ว่ามีขั้นตอนการติดต่อสื่อสารกันอย่างไร มีการควบคุมจังหวะและการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันอย่างไร

# อินเทอร์เฟซ EIA-232 หรือ RS-232



**EIA-232** เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ DTE และ DCE ซึ่งเดิมเรียกว่า RS-232 โดย EIA-232 ได้ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาหลายครั้ง จนกระทั่งปี ค.ศ. 1969 ได้มีการประดิษฐ์เวอร์ชัน 3 ขึ้นมา คือ EIA-232C และได้นำไปประกาศใช้เป็นมาตรฐานบนเครื่องพีซีคอมพิวเตอร์ตั้งแต่นั้นมา

ต่อมาปี ค.ศ. 1987 ได้มีเวอร์ชัน EIA-232D ซึ่งได้ปรับปรุงโดยเพิ่ม test lines จำนวน 3 เส้นเข้าไป และปัจจุบันพัฒนามาจนถึงเวอร์ชัน 6 คือ EIA-232F

อินเทอร์เฟซ EIA-232F ได้นำมาตรฐานย่อยๆ ต่างมารวมเข้าด้วยกัน ซึ่งข้อกำหนดต่างๆ ได้นำมาจากมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

1. ข้อกำหนดทางไฟฟ้า ได้นำมาตรฐาน ITU v.28 มาใช้
2. ข้อกำหนดทางกลไก ได้นำมาตรฐาน ISO 2110 มาใช้
3. ข้อกำหนดด้านฟังก์ชันการทำงานและขั้นตอนการทำงาน ได้นำมาตรฐาน ITU v.24 มาใช้



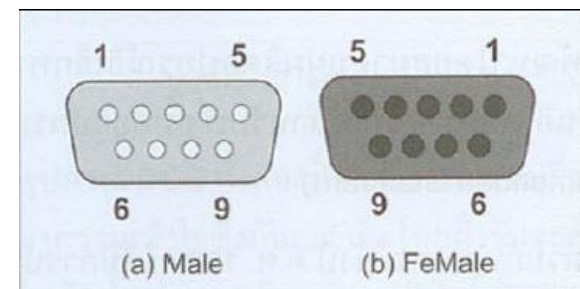
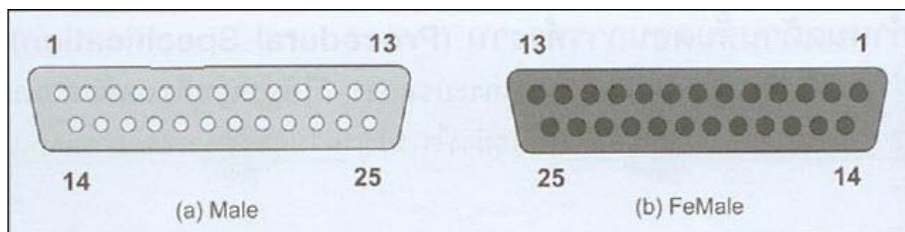
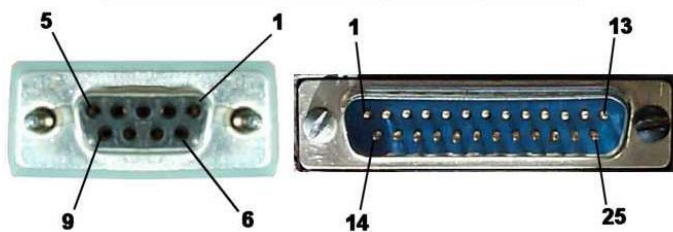
# อินเทอร์เน็ต EIA-232 หรือ RS-232



EIA-232 แบบเดิมเป็นแบบ 25 หัวเข็มสำหรับปลั๊กตัวผู้ และแบบ 25 ซ็อกเก็ตสำหรับปลั๊กตัวเมีย โดยมาตรฐานนี้จะครอบคลุมข้อกำหนดทั้ง 4 ประการ คือ

## 1. ข้อกำหนดทางกลไก

เป็นส่วนทางกายภาพของปลั๊ก EIA-232 ที่ใช้เชื่อมต่อ เป็นคอนเน็กเตอร์แบบ 25 เข็ม (DB-25) ในปัจจุบันส่วนใหญ่เปลี่ยนมาเป็นแบบ 9 หัวเข็มแล้ว



# คุณลักษณะของอินเตอร์เฟซ EIA-232 / RS-232

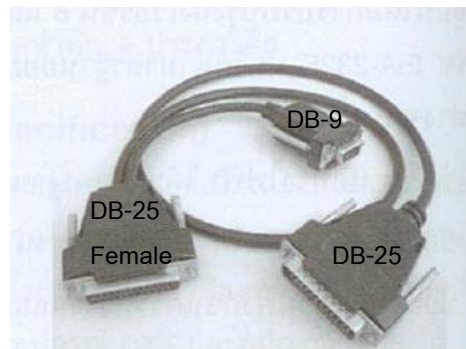


ตัวอย่างสายเคเบิล EIA-232 หรือ RS-232 ชนิดต่างๆ ซึ่งจะมีหัวเชื่อมต่อทั้งแบบ DB-25 และ DB-9 ให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม โดยคอนเน็กเตอร์แบบซีอกเก็ต (ตัวเมีย) จะนำไปเสียบเข้ากับพอร์ตอนุกรมบนเครื่องพีซี (DTE) ส่วนคอนเน็กเตอร์แบบปลั๊กหัวเข็ม (ตัวผู้) จะนำไปเสียบเข้ากับอุปกรณ์โมเด็ม (DCE)



Plug เชื่อมต่อสายเคเบิล EIA-232 ชนิด DB-9 และ DB-25

Plug เชื่อมต่อสายเคเบิล EIA-232 ชนิด DB-9 และ DB-25 และมี socket DB-9 และ DB-25



Plug เชื่อมต่อสายเคเบิล EIA-232 ชนิด DB-9 ทั้งสองด้าน

# คุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตเฟส EIA-232 / RS-232

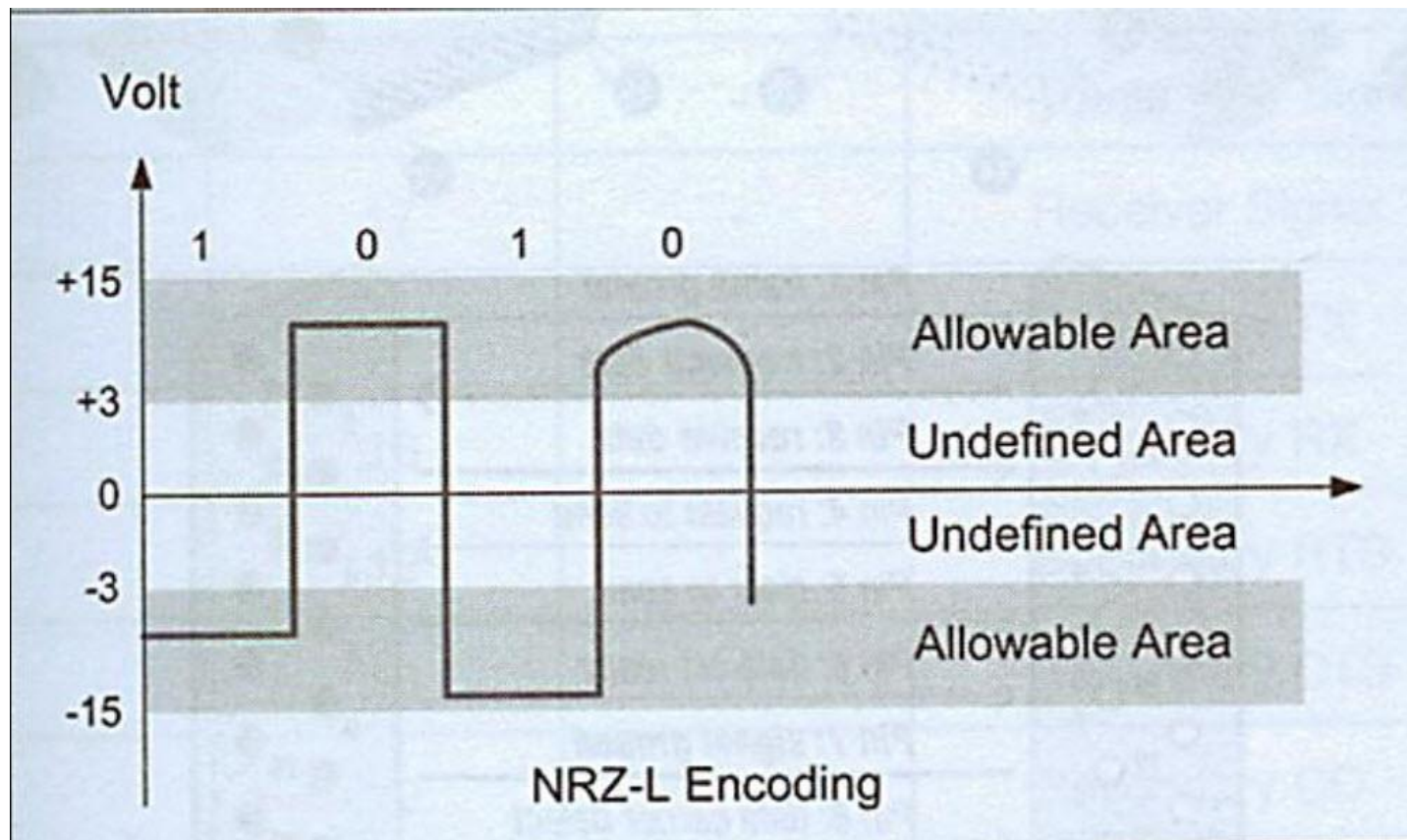


## 2. ข้อกำหนดทางไฟฟ้า

เป็นข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดของสัญญาณไฟฟ้า เกี่ยวกับสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE สัญญาณดิจิทัลที่ใช้จะมีทั้งสายกราวด์ แรงดันไฟฟ้าลบที่น้อยกว่า -3 โวลต์ (-3 ถึง -15) เพื่อใช้ในการแปลไบนารี 1 และแรงดันไฟฟ้าบวกที่มากกว่า 3 โวลต์ (3 ถึง 15) เพื่อใช้ในการแปลไบนารี 0 โดยจะยอมรับสัญญาณที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 2 โวลต์ทั้งบวกและลบ พื้นที่ที่จัดเป็น Undefined Area หรือ Dead Area จะอยู่ระหว่าง +3 ถึง -3 โวลต์

ในการเชื่อมต่อจะใช้ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลน้อยกว่า 20 Kbps สำหรับความยาวของสายสัญญาณจะถูกจำกัดระยะทางโดยต้องน้อยกว่า 15 เมตร หรือ 50 ฟุต อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเร็วและระยะทางสามารถทำได้ หากได้รับการออกแบบที่ดี

# คุณลักษณะของอินเตอร์เฟซ EIA-232 / RS-232



รายละเอียดด้านไฟฟ้าสำหรับการส่งข้อมูลใน EIA-232

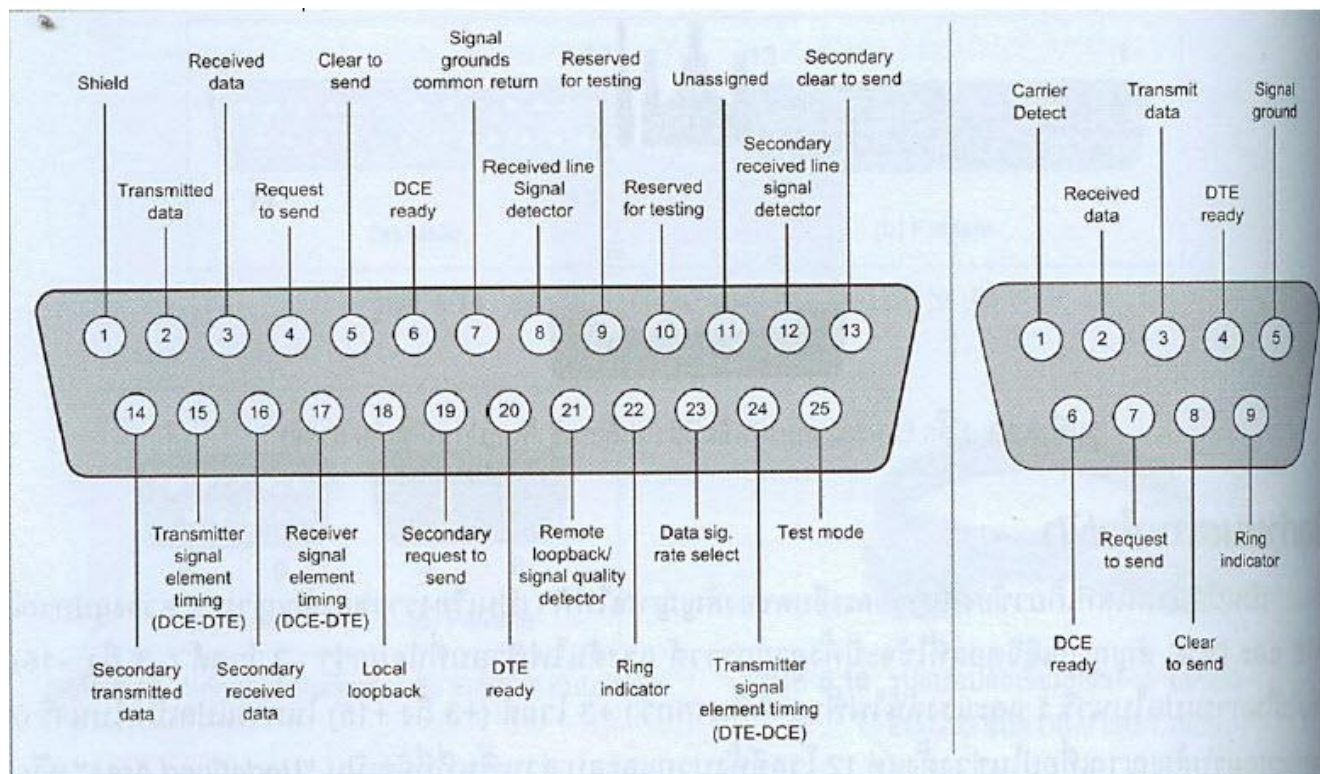


# คุณลักษณะของอินเทอร์เฟซ EIA-232 / RS-232

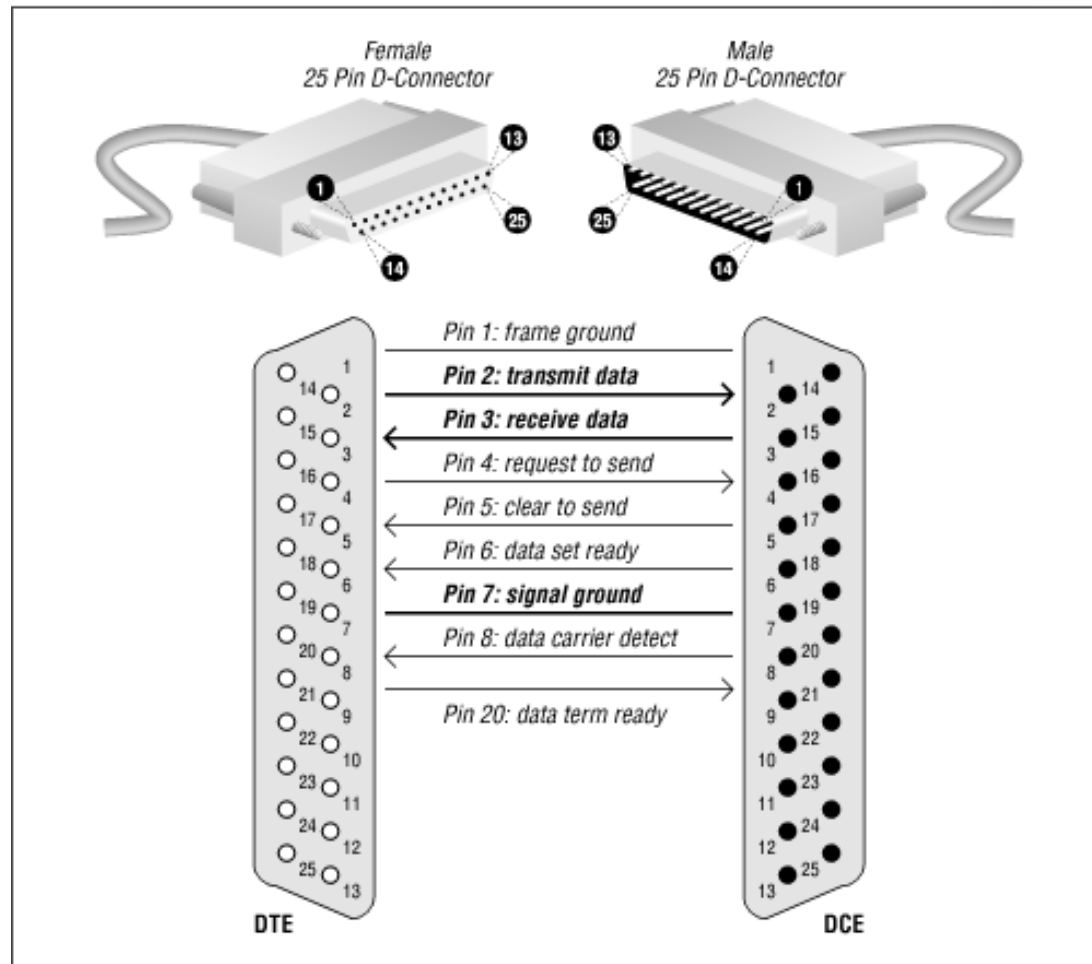


## 3. ข้อกำหนดด้านฟังก์ชันการทำงาน

เป็นข้อกำหนดที่สำคัญที่สุด โดยเป็นการกำหนดหน้าที่การทำงานเฉพาะให้กับหัวเข็มแต่ละหัว



# คุณลักษณะของอินเตอร์เฟซ EIA-232 / RS-232



การทำงานของแต่ละหัวเข็มของสายเคเบิล EIA-232 ที่เสียบเข้ากับอุปกรณ์ DTE-DCE

# คุณลักษณะของอินเทอร์เฟซ EIA-232 / RS-232



## 4. ข้อกำหนดด้านขั้นตอนการทำงาน

เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการติดต่อสื่อสาร และขั้นตอนการทำงาน รวมถึงการควบคุมจังหวะและขั้นตอนการแลกเปลี่ยนข้อมูล

Circuit (EIA signal name)	DB25 pin #	DB9 pin #	Signal Name
AB	7	5	Signal Ground
BA	2	3	Transmitted Data
BB	3	2	Received Data
CA	4	7	Request to Sent
CB	5	8	Clear to Send
CC	6	6	DCE Ready
CD	20	4	Data Terminal Ready
CF	8	1	Carrier Detect



# คุณลักษณะของอินเทอร์เฟซ EIA-232 / RS-232



ชื่อของสัญญาณ EIA จะมีการแบ่งกลุ่มของสัญญาณออกเป็น 5 กลุ่ม เพื่อแสดงถึงความแตกต่างในแต่ละวงจร โดยที่

A –Ground (Common Circuit)

B –Data (Signal Circuit)

C –Control (Control Circuit)

D –Timing (Timing Circuit)

S –Secondary Channel

**สายกราวด์**

**เซอร์กิต AB (pin 7)** เป็น Signal Ground ระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE ซึ่งอาจเรียกว่าเป็น Protective Ground ที่ช่วยป้องกันการช็อกทางไฟฟ้า (Electric Shock)

# คุณลักษณะของอินเทอร์เฟซ EIA-232 / RS-232



## การถ่ายโอนข้อมูล (Data Transfer)

- เซอร์กิต BA (pin 2) / Transmitted Data เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ DTE ไปยังอุปกรณ์ DCE โดยสถานะทางลอจิกจะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ
- เซอร์กิต BB (pin 3) / Received Data เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับรับข้อมูลจากอุปกรณ์ DCE ไปยังอุปกรณ์ DTE โดยสถานะทางลอจิกจะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ

## การโต้ตอบกัน (Handshaking)

- เซอร์กิต CA (pin 4) / Request to Send เป็นสัญญาณจากอุปกรณ์ DCE เพื่อให้รับรู้ว่าเตรียมพร้อมแล้วที่จะส่งข้อมูล ซึ่งสัญญาณนี้จะใช้งานควบคู่กับเซอร์กิต CB
- เซอร์กิต CB (pin 5) / Clear to Send เป็นสัญญาณตอบรับจากอุปกรณ์ DCE ที่ส่งให้กับอุปกรณ์ DTE ว่าพร้อมรับข้อมูลจากอุปกรณ์ DTE แล้ว

# คุณลักษณะของอินเทอร์เฟซ EIA-232 / RS-232



การควบคุม (ใช้สำหรับควบคุมโมเด็ม)

- เซอร์กิต CC (pin 6) / DCE Ready เป็นสัญญาณจากอุปกรณ์ DCE ที่บอกกับฝ่ายส่งว่าอุปกรณ์ DCE อยู่ในสภาวะพร้อมที่จะส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่ได้ทำการเชื่อมต่อ กล่าวคือโมเด็มจะมีการสร้างการเชื่อมต่อกับโมเด็มระยะไกลของอีกฝ่ายหนึ่ง เพื่อส่งผ่านข้อมูลระหว่างกัน
- เซอร์กิต CF (pin 8) / Carrier Detect เป็นสัญญาณจากอุปกรณ์ DCE ว่าได้รับการตอบรับสัญญาณจากอุปกรณ์ทางไกลของอีกฝั่งหนึ่งแล้ว
- เซอร์กิต CD (pin 20) / Data Terminal Ready (DTE Ready) เป็นสัญญาณจากอุปกรณ์ DTE ว่าพร้อมแล้วที่จะทำงาน

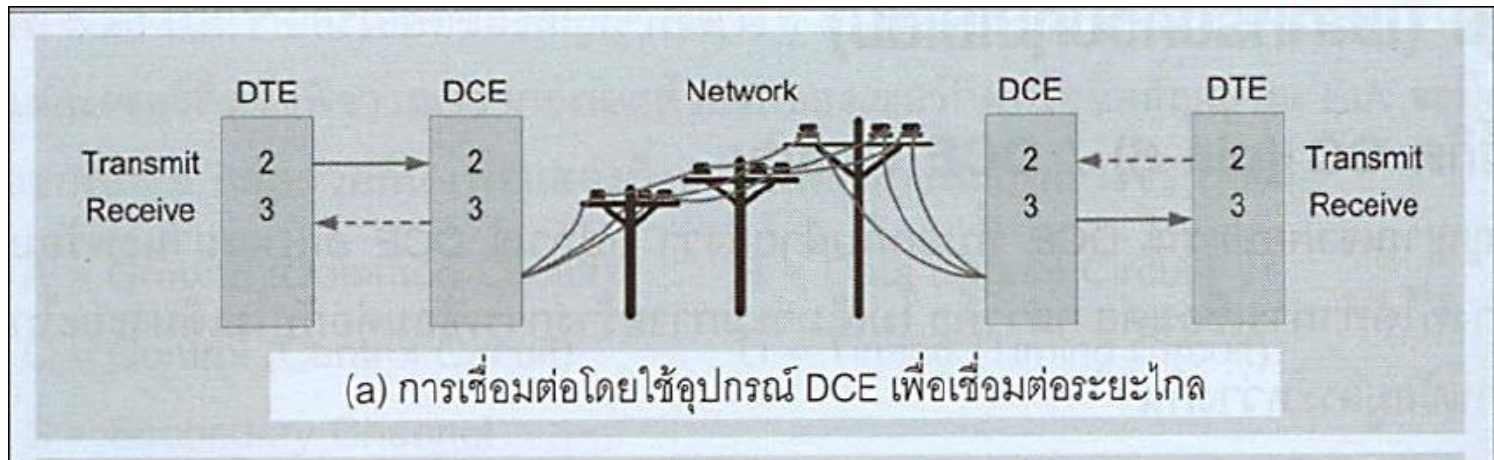
# นัลโมเต็ม (Null Modem)



## นัลโมเต็ม (Null Modem)

การเชื่อมต่อแบบนัลโมเต็ม เป็นการเชื่อมต่อในลักษณะ DTE-to-DTE โดยปราศจากอุปกรณ์ DCE เช่น การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สองเครื่องในระยะทางใกล้ๆ (ต้องมีระยะทางไม่เกิน 50 ฟุต) ด้วยอินเทอร์เฟซ EIA-232 เป็นการเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างอุปกรณ์ รวมถึงสื่อสารกันด้วยสัญญาณดิจิทัล ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้โมเต็มในการมอดูเลตสัญญาณเพื่อส่งไปตามสายโทรศัพท์

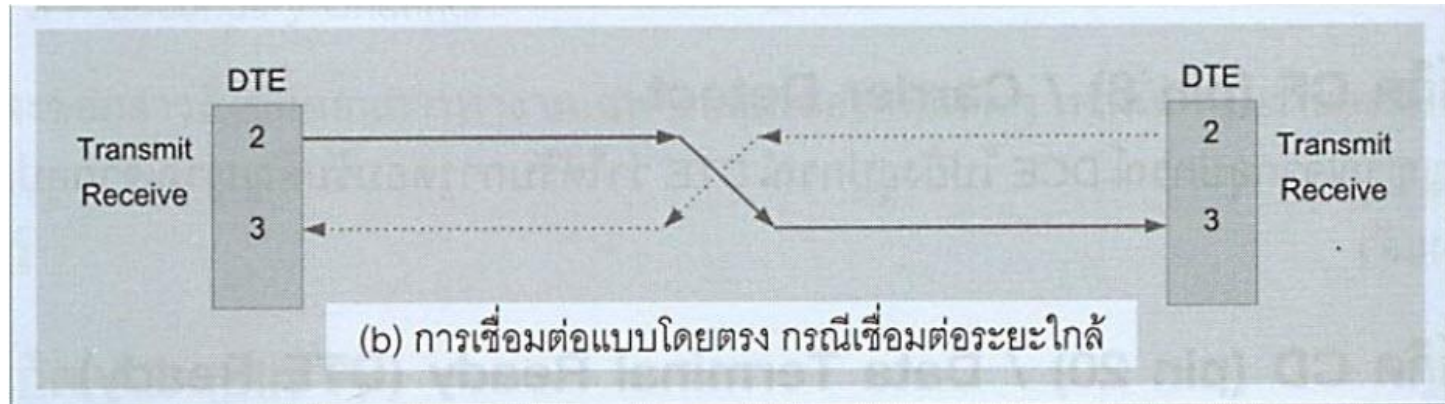
# นัลโมเต็ม (Null Modem)



จากรูปเป็นการเชื่อมต่อระยะไกลด้วยการใช้โครงข่ายโทรศัพท์ อุปกรณ์ DTE ทั้งสองฝั่งจะแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านอุปกรณ์ DCE โดยแต่ละ DTE จะส่งข้อมูลผ่าน pin 2 (Transmitted Data : TD) และ DCE ก็จะได้รับข้อมูลจาก pin 2 ซึ่งแต่ละ DTE ที่เป็นฝ่ายรับจะรับข้อมูลผ่าน pin 3 (Received Data : RD) ของ DCE เพื่อส่งผ่านไปยัง pin 3 ของ DTE

การสื่อสารจะเริ่มจากการใช้ pin 2 ในการส่งข้อมูลออกไปจาก DTE และ pin 3 ก็จะเป็นฝ่ายรับ โดยมีอุปกรณ์ DCE ทำหน้าที่เป็นตัวกลางรับการเชื่อมต่อโดยตรงของสัญญาณและผ่านไปตามเซอร์กิตต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้

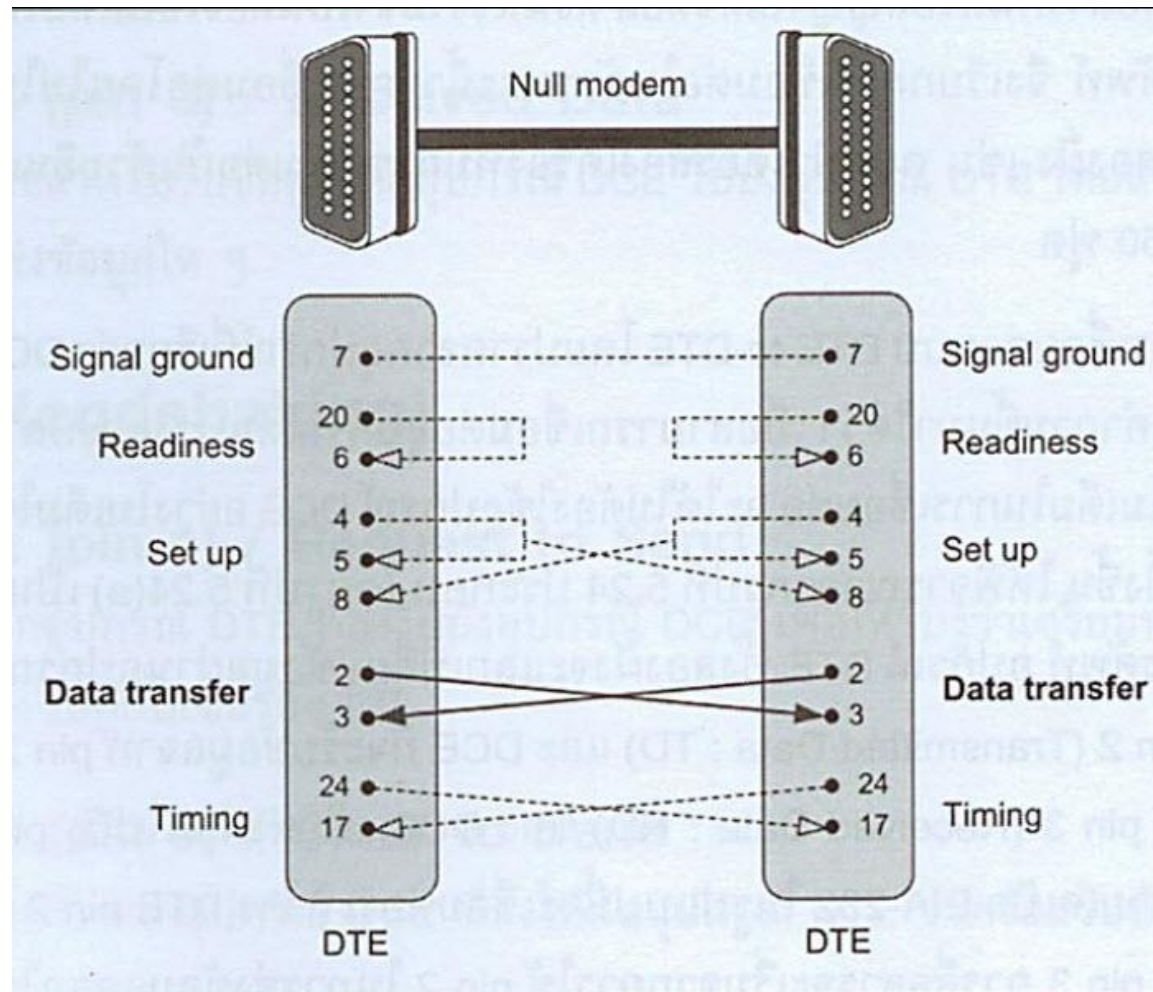
# นัลโมเต็ม (Null Modem)



จากรูปเป็นการเชื่อมต่อระหว่าง DTE ที่เรียกว่า นัลโมเต็ม โดยเป็นการเชื่อมต่อระยะสั้นที่ไม่มีอุปกรณ์ DCE ในการเปลี่ยนสัญญาณเพื่อไปยัง pin ที่ตั้งไว้ โดย DTE ทั้งสองจะพยายามส่งผ่านข้อมูลบน pin 2 และรับข้อมูลบน pin 3 ด้วยการไขว้สายไขว้(crossing connections) ดังนั้นการเชื่อมต่อในลักษณะนี้ ฝ่ายรับจะต้องเตรียมรอรับข้อมูลก่อนที่ฝ่ายส่งจะส่งข้อมูลมา เพราะหากฝ่ายส่งทำการส่งข้อมูลโดยไม่ได้มีการตรวจสอบความพร้อมของฝ่ายรับข้อมูลที่ส่งไปก็อาจสูญหายได้



# นัลโมเด็ม (Null Modem)



การเชื่อมต่อ pin ใน Null Modem

# นัลโมเต็ม (Null Modem)

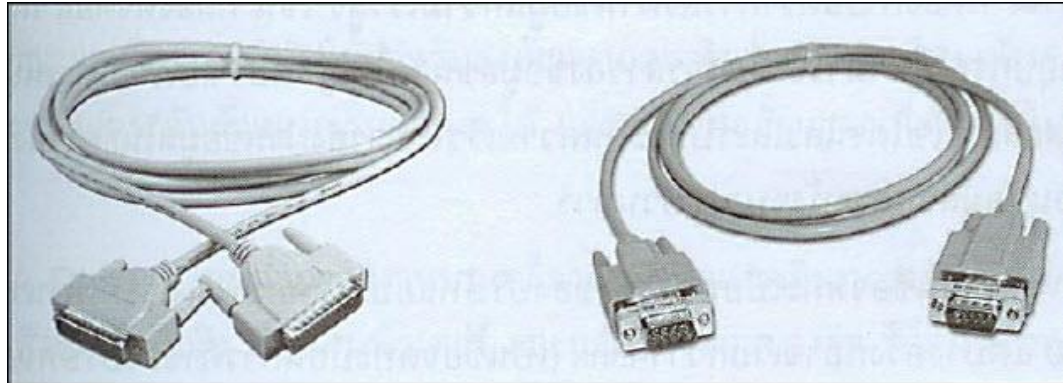


โดยทั่วไปเครื่องพีซีจะอ้างถึงสัญญาณ RTS (Request to Send) ถ้าพร้อมที่จะรับข้อมูล และอุปกรณ์ DCE อย่างโมเต็ม ก็จะอ้างถึงสัญญาณ CTS (Clear to Send) เมื่อได้รับข้อมูล ดังนั้นการเชื่อมต่อสาย RTS จาก DTE หนึ่งไปยัง CTS ของอีก DTE หนึ่ง จึงเป็นการจำลองให้เกิดการตรวจสอบสัญญาณโต้ตอบ (Handshake) กันได้ โดยหากฝ่ายรับไม่พร้อม ก็จะไม่มีการส่งสัญญาณ RTS ส่งออกมา

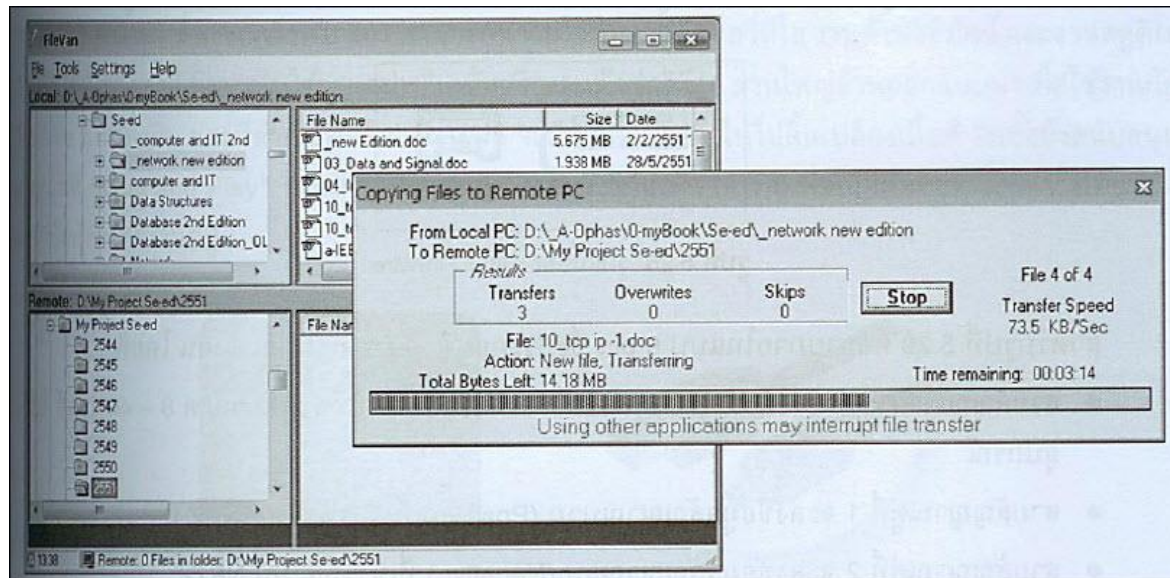
สำหรับซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการสื่อสาร เมื่อมีการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สองเครื่องด้วยสายนัลโมเต็ม ได้แก่ โปรแกรม Laplink, Norton Commander และ FileVan

ข้อสังเกตประการหนึ่ง คือ สายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อตามมาตรฐาน EIA-232 ในรูปแบบ DTE-DTE หรือนัลโมเต็มนั้น คอนเน็กเตอร์ของปลายสายทั้งสองด้าน จะเป็นคอนเน็กเตอร์แบบตัวผู้ที่ใช้เสียบเข้ากับพอร์ตขนานบนเครื่องพีซี

# นัลโมเต็ม (Null Modem)



สาย Null Modem ชนิด DB-25 และ DB-9



ตัวอย่างการใช้โปรแกรม FileVan ในการ copy ข้อมูลผ่านสายนัลโมเต็ม(EIA-232)

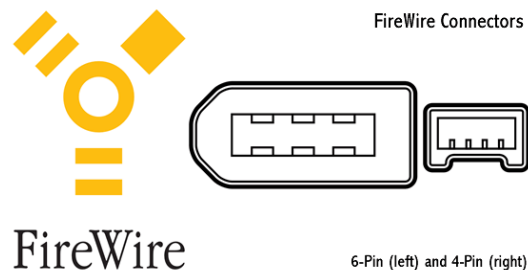
# อินเตอร์เฟซความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้มีการออกแบบให้สามารถรองรับอินเตอร์เฟซใหม่ๆ ที่มีความยืดหยุ่นสูง รับส่งข้อมูลที่รวดเร็ว และสนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ไม่เฉพาะแต่โมเด็ม เช่น เครื่องสแกนเนอร์ กล้องวีดีโอดิจิทัล กล้องดิจิทัล โดยเชื่อมต่อผ่านพอร์ต FireWire และ USB



**FireWire** เป็นชื่อจดทะเบียนการค้าของบริษัทแอปเปิลที่พัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1990 หรืออาจเรียกว่า i-Link โดย FireWire เป็นอินเตอร์เฟซที่เป็นไปตามมาตรฐาน **IEEE 1394** (High Performance Serial Bus) และเป็นสายส่งข้อมูลดิจิทัลความเร็วสูงที่มีคอนเน็กเตอร์ทั้งแบบ 4 pin และ 6 pin





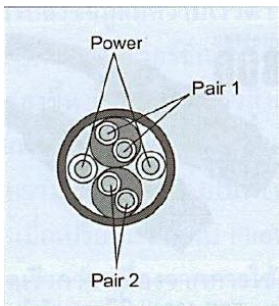
# อินเตอร์เฟซความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



**FireWire** เป็นชื่อของบัสที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกที่ส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูง ส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้งานกับกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการอัตราการส่งผ่านข้อมูลความเร็วสูง เช่น กล้องดิจิทัล กล้องวิดีโอ รวมถึงอุปกรณ์ที่นำมาใช้เพื่อการสำรองข้อมูลขนาดใหญ่ โดย **FireWire** จะสนับสนุนทั้งการเชื่อมต่อแบบอะซิงโครนัสและไอโซโครนัส และรับประกันความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลในอัตราคงที่ ที่มีความเสถียรตั้งแต่เริ่มต้นถ่ายโอนข้อมูลจนกระทั่งจบกระบวนการ



# อินเตอร์เฟซความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



จากรูปคือสายภายใน Firewire แบบ 6 pin ซึ่งประกอบด้วยสายสัญญาณ 6 เส้น โดยที่

- สายสัญญาณ Power จำนวน 2 เส้น นำไปใช้งานสำหรับ

ส่งกำลังไฟฟ้าขนาด 8-40 โวลต์ ไปยังอุปกรณ์

- สายสัญญาณคู่ที่ 1 จะส่งข้อมูลสัญญาณบวก (Positive) เข้ารหัสแบบ NRZ-L

- สายสัญญาณคู่ที่ 2 จะส่งข้อมูลสัญญาณลบ (Negative) ที่เข้ารหัสแบบ NRZ-L

สายสัญญาณคู่แรกจะถูกนำไปใช้เพื่อการส่งข้อมูล ส่วนสายสัญญาณคู่ที่สองจะนำไปใช้สำหรับส่งสัญญาณนาฬิกาอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด ซึ่งจะช่วยลดระดับสัญญาณรบกวนลงได้ และส่งผลต่อสัญญาณที่ส่งผ่านไปนั้นมีความรวดเร็ว และไม่มีข้อผิดพลาด



# อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



FireWire ถูกนำมาใช้ในเครื่องแอปเปิลแมคอินทอช แต่ปัจจุบันอุปกรณ์พวกคอมพิวเตอร์โน้ตบุค กล้องดิจิทัล ได้มีการนำพอร์ต FireWire มาใช้ โดยตามมาตรฐาน IEEE-1394a จะมีอัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลที่ 400 Mbps ส่วน IEEE-1394b จะมีอัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลที่ 800 Mbps และยังสามารถขยายอัตราความเร็วได้สูงสุดที่ 3.2 Gbps ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการตัดต่อวิดีโอ งานสตูดิโอ ที่สำคัญพอร์ต FireWire มีขนาดเล็ก ทำให้ไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ อีกทั้งยังสนับสนุนคุณสมบัติ Plug and Play รวมถึง Hot Plug ที่สามารถถอดอุปกรณ์เพื่อยกเลิกการเชื่อมต่อได้ทันที ถึงแม้ว่าบัสยังคงทำงานอยู่



สาย IEEE1394b 9-pin Firewire 800

# อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



## USB (Universal Serial Bus)

USB เป็นมาตรฐานใหม่สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม และอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งปัจจุบันจะเป็นพอร์ต USB ทั้งสิ้น เช่น เมาส์ คีย์บอร์ด โดย USB เป็นอินเทอร์เน็ตที่สร้างความสะดวก และความยืดหยุ่นต่อผู้ใช้งาน และยังสนับสนุนการทำงานแบบ plug and play อีกด้วย

ในส่วนของสาย USB ที่ใช้เชื่อมต่อ จะมีหัวเสียบโฮสต์ (Host End) และหัวเสียบอุปกรณ์ (Device End) ซึ่งหัวเสียบทั้งสองจะมีรูปแบบคอนเน็กเตอร์ที่แตกต่างกัน



# อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



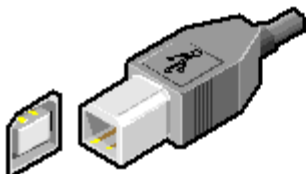
## USB (Universal Serial Bus)



Type A (host or hub)



Type-A Plug (4 pins)



Type B (peripheral)



Type-B Plug (4 pins)



Mini-AB Plug (5 pins)



Mini-B Plug (5 pins)



Micro-AB Plug (5 pins)



Micro-B Plug (5 pins)



USB-A



USB-B



IEEE 1394 A  
MINI 4P



IEEE 1394 B  
9P



USB-MINI4A



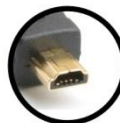
USB-MINI4B



USB-MINI4P



USB-MINI-TDK



USB-MINI5A



USB-MINI5B



USB-MINI8M



USB-MINI8P

# อินเตอร์เฟซความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



## USB (Universal Serial Bus)

**ข้อเสียของ USB** คือ การรับส่งข้อมูลที่มีความเร็วต่ำ โดย USB เวอร์ชัน 1.1 จะมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลเพียง 12 Mbps แต่ปัจจุบัน USB เวอร์ชัน 2.0 (High Speed USB) ได้พัฒนาความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลให้สูงขึ้น โดยความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 480 Mbps และยังสามารถใช้งานร่วมกับพอร์ต USB เวอร์ชัน 1.1 ได้ด้วย

เมื่อเปรียบเทียบกับ FireWire ตามมาตรฐาน 1394a ที่มีความเร็ว 400 Mbps จะเห็นว่า FireWire สามารถทำงานด้วยอัตราความเร็วเหนือกว่า เนื่องจากซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่ใช้งานในปัจจุบันสามารถดึงศักยภาพของ FireWire ออกมาใช้ได้เต็มประสิทธิภาพมากกว่า

ความเร็วในการรับส่ง Data Transfer Speed

usb 1.0 = 1.5 Mbps

usb 1.1-1.2 = 12 Mbps

usb 2.0 = 480 Mbps

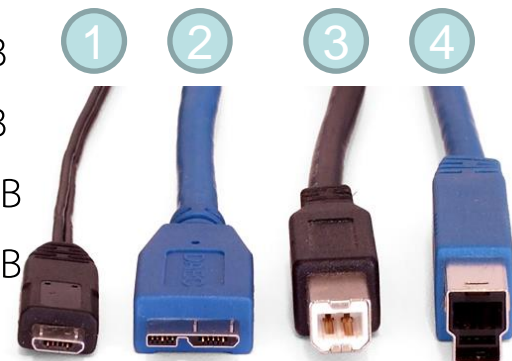
usb 3.0 = 5Gbps (Super Speed)

1. Micro USB 2.0 Type B

2. Micro USB 3.0 Type B

3. Power USB 2.0 Type B

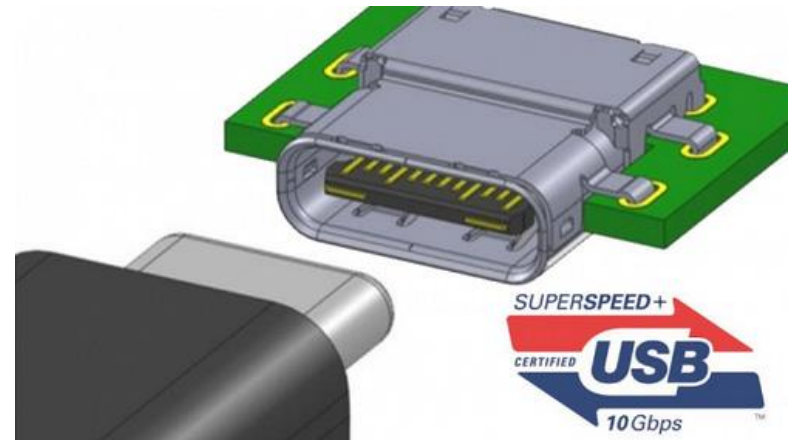
4. Power USB 3.0 Type B



# ความเร็วในการรับส่ง Data Transfer Speed



- usb 1.0 = 1.5 Mbps
- usb 1.1-1.2 = 12 Mbps
- usb 2.0 = 480 Mbps
- usb 3.0 = 5Gbps (Super Speed)
- usb 3.1 = 10 Gbps (USB-C)

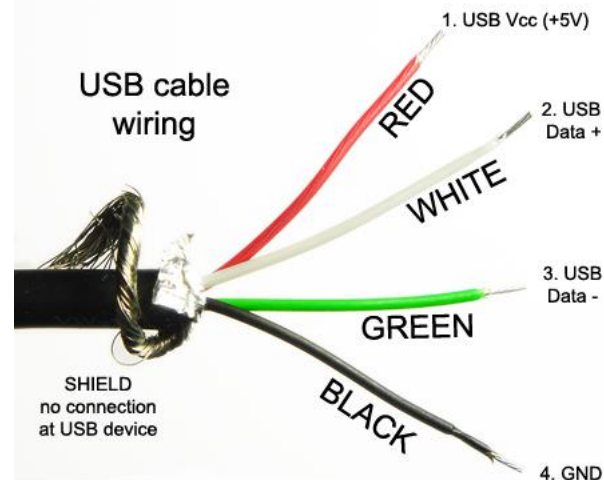
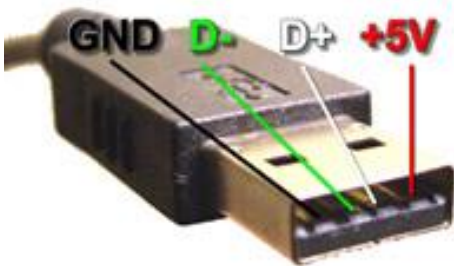


# อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (High speed Interface Protocol)



## USB (Universal Serial Bus)

ภายในสายเคเบิลของ USB จะประกอบด้วยสายสัญญาณจำนวน 4 เส้น โดยชื่อที่กำกับไว้ในสัญญาณแต่ละเส้นจะมีหน้าที่ดังต่อไปนี้



- GND คือ สายกราวด์
- VBUS คือ สายสัญญาณที่ส่งกำลังไฟฟ้าขนาด 5 โวลต์ไปยังอุปกรณ์
- D+ คือ สายส่งข้อมูลสัญญาณบวก (Positive) ที่มีการเข้ารหัสแบบ NRZ-L
- D- คือ สายส่งข้อมูลสัญญาณลบ (Negative) ที่มีการเข้ารหัสแบบ NRZ-L พร้อมกับกำหนดระยะวัดของสัญญาณลบเพื่อลดการแทรกแซงของสัญญาณรบกวนและข้อผิดพลาด



# โมเด็ม (Modem)



ข้อมูลต่างๆที่เดินทางผ่านช่องสัญญาณในระบบโทรคมนาคมมีอยู่สองแบบ คือ **สัญญาณอนาลอกกับสัญญาณดิจิทัล** ลักษณะของสัญญาณแอนะล็อก (Analog Signal) อยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและถูกส่งผ่านสื่อนำสัญญาณไปยังจุดหมายที่ต้องการเหมาะสำหรับการส่งสัญญาณเสียงสนทนา (Voice) ส่วนสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) มีลักษณะการแบ่งสัญญาณเป็นช่วงๆ อย่างไม่ต่อเนื่อง ออกเป็นสองระดับเพื่อแทนสถานะสองสถานะ คือ สถานะของบิต “0” กับสถานะของบิต “1” ซึ่งเปรียบได้กับการปิดเปิดสวิตช์ไฟฟ้า (0 หมายถึง ปิด 1 หมายถึง เปิด) เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันผลิตสัญญาณออกมาในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลเกือบทั้งสิ้น แต่การส่งสัญญาณผ่านเครือข่ายโทรคมนาคมในปัจจุบัน ยังอยู่บนพื้นฐานของสายโทรศัพท์ธรรมดาซึ่งเป็นสัญญาณแอนะล็อกอยู่ ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงสัญญาณผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า โมเด็ม (Modulation/Demodulation device ; MODEM)จึงจะสามารถสื่อสารข้อมูลในระยะไกลได้

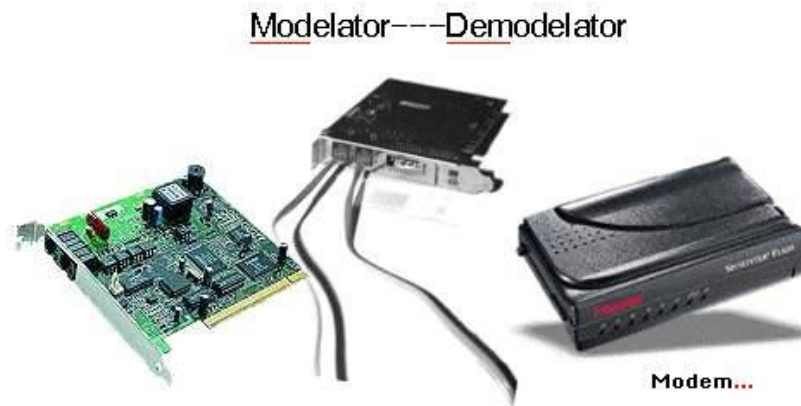
# โมเด็ม (Modem)



โมเด็ม เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญชิ้นหนึ่ง ใช้สำหรับการเชื่อมต่อสายโทรศัพท์กับคอมพิวเตอร์ ให้สามารถเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โมเด็มที่ใช้งานในปัจจุบันมี 2 แบบคือ

1. โมเด็มภายใน (Internal Modem)
2. โมเด็มภายนอก (External Modem)

ซึ่งโมเด็มทั้ง 2 ประเภทนี้อาจมีอินเตอร์เฟซแบบ EIA-232 หรือ USB

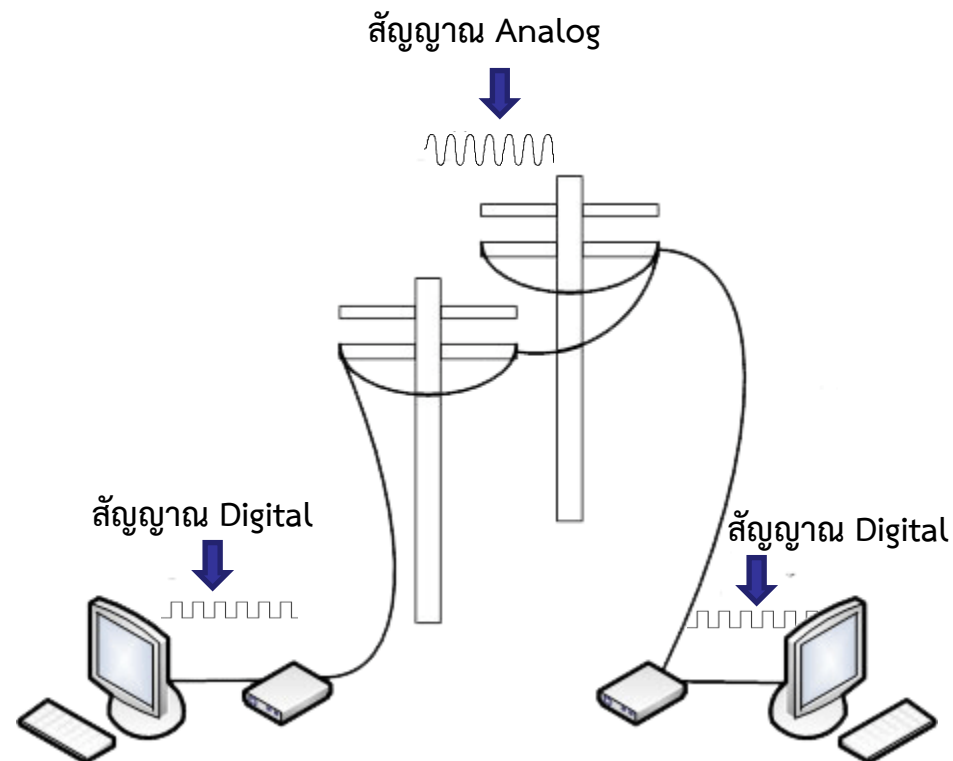


Modelator---Demodelator

# โมเด็ม (Modem)



หลักการทำงานของโมเด็ม คือ จะแปลงข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณแอนะล็อกสำหรับ  
ภาคส่งและแปลงสัญญาณแอนะล็อกกลับมาเป็นข้อมูลดิจิทัลสำหรับภาครับ



\*\*\* การทำงานของโมเด็มจะไม่สามารถ  
ทำงานได้ด้วยตัวเอง จึงจำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์  
ตัวสั่งการ เรียกว่า ซอฟต์แวร์สื่อสาร มักให้มา  
พร้อมกับโมเด็มที่ซื้อ

# โมเด็ม (Modem)



## อัตราการส่งข้อมูลของโมเด็ม

คุณสมบัติที่สำคัญของโมเด็มอีกประการก็คือ อัตราสูงสุดที่สามารถถ่ายโอนข้อมูล โดยเมื่อก่อนจะมีอัตราความเร็วที่ 9,600 bps , 14,400 bps หรือ 33,600 bps แล้วแต่มาตรฐานนั้นๆ

ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานโมเด็มให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันเพื่อความเป็นสากล และสร้างความสะดวกต่อผู้ใช้งาน โดยมาตรฐานดังกล่าวคือ V.90 ที่มีอัตราความเร็วอยู่ที่ 56 Kbps หรือเรียกว่า โมเด็ม 56K จึงส่งผลให้มาตรฐานอื่นๆ อัปเดตมาเป็นมาตรฐาน V.90



\*\*\* หน่วยวัดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลของโมเด็มมีหน่วยเป็นอัตราบอด (Baud Rate) โดยอัตราบอดนี้จะวัดจาก “จำนวนครั้งของการเปลี่ยนระดับสัญญาณใน 1 วินาที”

# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



## โมเด็ม DSL (DSL Modems)

DSL (Digital Subscriber Line) คือเทคโนโลยีโมเด็มที่สื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลความเร็วสูง ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานควบคู่กับโครงข่ายโทรศัพท์แบบเดิม โดยใช้เทคนิคการมอดูเลตในย่านความถี่ที่สูงกว่าย่านความถี่ดังกล่าว จึงทำให้เราใช้โทรศัพท์พร้อมกับใช้โมเด็มได้ในเวลาเดียวกัน โดยเทคโนโลยี DSL ประกอบด้วยหลายๆ เทคโนโลยีด้วยกันคือ

**1. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)** คล้ายกับโมเด็ม 56K แต่มีความเร็วสูงกว่า โดยอัตราเร็วในการส่งข้อมูล (Upstream) กับการรับข้อมูล (Downstream) จะมีความเร็วไม่เท่ากัน ระบบ ADSL ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้ โดยยังคงใช้สายโทรศัพท์เดิมและการส่งข้อมูลจะมีความเร็วประมาณ 16-640 Kbps ขณะที่การรับข้อมูลจะมีความเร็วสูงถึง 1.5 – 6.1 Mbps

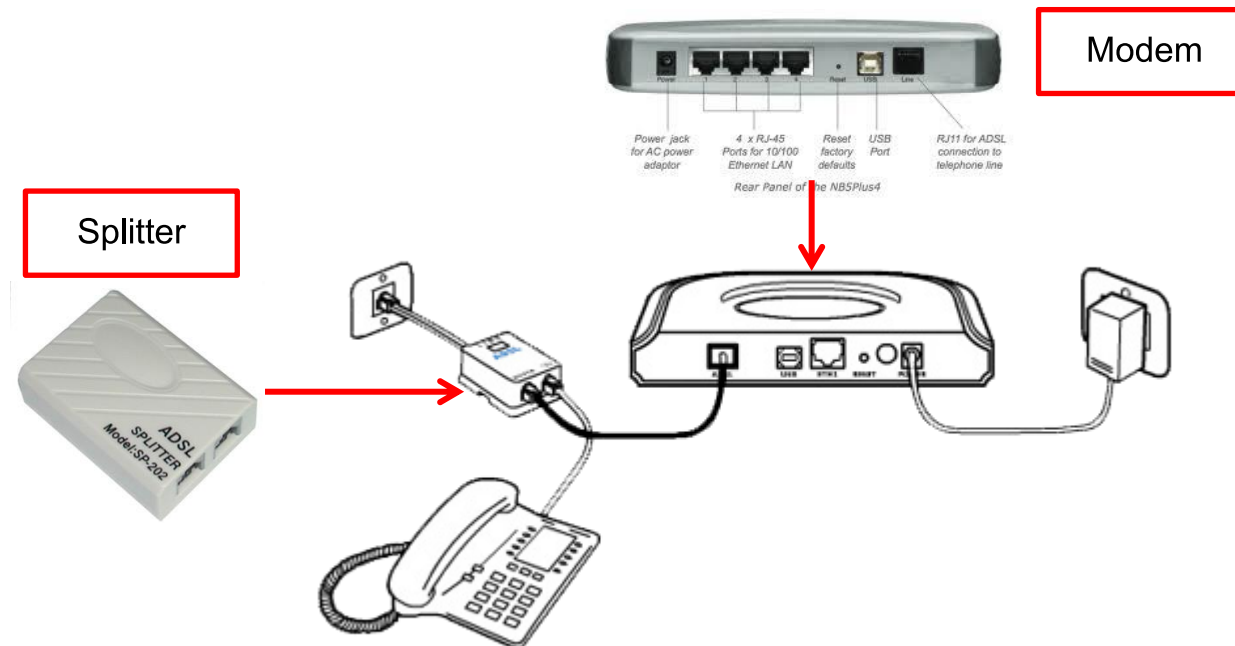
**การทำงานของ Modem ADSL** จะใช้การแบ่งช่องสัญญาณออกเป็น 3 ช่อง คือ ระบบโทรศัพท์เดิม, ช่องสัญญาณ ADSL upstream และช่องสัญญาณ Downstream เทคโนโลยีนี้มีชื่อว่า FDM(Frequency Division Multiplexing) โดยการจัดสรรแถบความถี่สำหรับย่านความถี่ขนาดไม่เกิน 4 KHz ปกติจะถูกนำมาใช้เป็น Voice กับ Fax ส่วนย่านความถี่ที่สูงกว่านี้ จะถูกสำรองไว้ให้การรับส่งข้อมูลโดยเฉพาะ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น หลายย่านความถี่ ดังเช่นช่องสัญญาณทั้งสาม

# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



## ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

ADSL มีเทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณ 2 วิธีคือ **CAP (Carrier less Amplitude/Phase)** และ **DMT (Discrete Multi-Tone)** ซึ่งด้วยเทคนิคนี้เองทำให้ การรับ-ส่งข้อมูลด้วย ADSL จึงสามารถใช้โทรศัพท์ได้เป็นปกติ โดยไม่รบกวนกันแต่อย่างใด โดยมีอุปกรณ์ **Pots Splitter** ที่ช่วยในการแยกย่านความถี่ของข้อมูลและความถี่ในการใช้โทรศัพท์ออกจากกัน





# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



## 2. ADSL Lite

เทคโนโลยี ADSL Lite เป็น version ใหม่ของ ADSL โดยจะอนุญาตให้โมเด็มชนิด ADSL Lite เสียบปลั๊กเข้ากับพอร์ตโทรศัพท์ที่ได้โดยตรงและเชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้อุปกรณ์ Splitter จะถูกดำเนินการโดยบริษัทโทรศัพท์ ความเร็วในการรับข้อมูลอยู่ที่ 1.5 Mbps และความเร็วในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 512 kbps

**3. HDSL (High-Bit-Rate Digital Subscriber Line)** เป็นอีกทางเลือกของการรับข้อมูลผ่านสาย T-1 (1.544 Mbps) ซึ่งจะมีการเข้ารหัสสัญญาณแบบ AMI (Alternate Mark Inversion) ที่ค่อนข้างอ่อนไหวต่อสัญญาณรบกวนบนความถี่สูงๆ ทำให้มีข้อจำกัดด้านระยะทางไม่เกิน 1 กิโลเมตร หรือต้องใช้รีพีตเตอร์ช่วยทวนสัญญาณ สำหรับเทคโนโลยี HDSL จะใช้สายคู่บิดเกลียว 2 คู่ เพื่อการส่งข้อมูลแบบ Full-Duplex

# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



4. **SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)** ถือเป็นอีก version ของ HDSL ด้วยการ  
ใช้สายคู่บิดเกลียวจำนวน 1 คู่ ในการสื่อสารแบบ Full-Duplex รองรับความเร็วที่ 768  
Kbps ทั้งรับและส่งข้อมูล
5. **VDSL (Very-High-Bit-Rate Digital Subscriber Line)** คล้ายกับ ADSL โดยสามารถใช้  
สายโคแอกเชียล ไฟเบอร์อปติก หรือสายคู่บิดเกลียวสำหรับการเชื่อมโยงในระยะทาง  
สั้นๆ โดยจะใช้เทคนิคการมอดูเลตแบบ DMT ช่วงความเร็วตั้งแต่ 25-55 Mbps และส่ง  
ข้อมูลที่ความเร็วปกติ 3.2 Mbps

# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



**ADSL (Symmetric Digital Subscriber Line)** โดย ADSL มีเทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณ 2 วิธีคือ **CAP** และ **DMT** ซึ่งด้วยเทคนิคนี้เองทำให้ การรับ-ส่งข้อมูลด้วย ADSL จึงสามารถใช้โทรศัพท์ได้เป็นปกติ โดยไม่รบกวนกันแต่อย่างใด โดยมีอุปกรณ์ **Pots Splitter** ที่ช่วยในการแยกย่านความถี่ของข้อมูลและความถี่ในการใช้โทรศัพท์ออกจากกัน

**หลักการทำงานและความแตกต่างของ CAP และ DMT**

**CAP (Carrierless Amplitude/Phase Modulation)**

เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในช่วงแรก ซึ่งจะแบ่งย่านความถี่ออกเป็น 3 ช่วงกว้าง ๆ คือ ส่วนของการส่งข้อมูลแบบ Upstream ,การส่งข้อมูลแบบ Downstream และ ส่วนของการส่งสัญญาณเสียง (Pots) ทำให้สายโทรศัพท์เพียงเส้นเดียวสามารถรับส่งสัญญาณเสียงและข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน Modem ที่มีการผสมสัญญาณแบบ CAP สามารถยอมรับ การสื่อสารข้อมูลในระบบ **ATM** หรือแบบ **Packet** รวมทั้ง การรับส่งข้อมูลแบบ **Synchronous Bit** ได้อีกด้วย

**\*\* ATM (Asynchronous Transfer Mode)** เป็นระบบสื่อสารข้อมูลที่ใช้รูปแบบการสื่อสารแบบ แพ็กเก็ต

# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



หลักการทำงานและความแตกต่างของ CAP และ DMT

DMT (Discrete Multitone)

สำหรับ ระบบ DMT นั้น สายทองแดงคู่จะสามารถรองรับ Bandwidth ขนาด 1 MHz โดยถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 สำหรับช่องสัญญาณเสียง และอีกส่วนหนึ่งสำหรับช่องสัญญาณข้อมูล ซึ่งจะมีการแบ่งแต่ละช่วงความถี่ ออกเป็นช่วงเล็ก ๆ เรียกว่า Bin

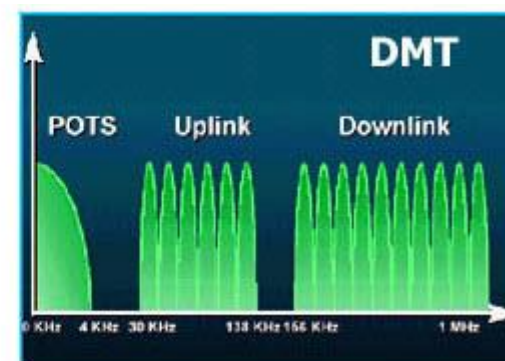
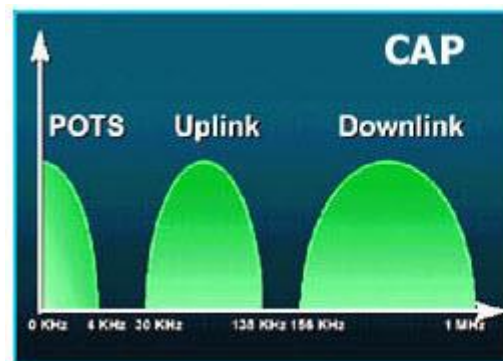
เมื่อใดที่เราใช้โทรศัพท์ เสียงจะถูกส่งผ่านไปทางช่องสัญญาณเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 4 KHz ขณะที่ ADSL จะใช้ช่วงสัญญาณที่สูงกว่า ทำให้ข้อมูลคอมพิวเตอร์สามารถอยู่แยกออกจากหากจากข้อมูลเสียง ข้อมูลที่ส่งจากคอมพิวเตอร์ไปยังอินเทอร์เน็ต จะใช้ช่องสัญญาณหลาย ๆ ช่องสัญญาณรวมกัน เพื่อให้ได้อัตราการรับส่งข้อมูลดีที่สุด ขณะที่สัญญาณที่ส่งมาจากอินเทอร์เน็ตไปยังคอมพิวเตอร์ จะใช้ช่องสัญญาณอีกกลุ่ม ทำให้สามารถคุยโทรศัพท์ ขณะที่ Download ข้อมูลได้โดยไม่ทำให้อัตราความเร็วของการ Download นั้นลดลงแต่อย่างไร

# โมเด็ม DSL (DSL Modems)



- สรุป

**CAP** เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในช่วงแรกๆ ซึ่งจะแบ่งย่านความถี่ออกเป็น 3 ช่วงกว้างๆ คือ Uplink(ส่งข้อมูล) Downlink(รับข้อมูล) และ Pots(ย่านความถี่โทรศัพท์) ในขณะที่ **DMT** จะมีการแบ่งแต่ละช่วงความถี่ ออกเป็นช่วงเล็กๆ อีกโดยเรียกว่า Bin ซึ่งแต่ละบินจะถูกแบ่งออกเป็น Bin ละ 4 KHz ซึ่งเทคนิคนี้จะมีคุณสมบัติพิเศษคือ มันจะสามารถเลือกย่านความถี่ที่เหมาะสม กับสภาพแวดล้อมและคุณภาพสายในขณะนั้นได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งปัจจุบันนี้ **เทคโนโลยี DMT** นี้จึงถือเป็นเทคโนโลยีมาตรฐานในการเข้ารหัสสัญญาณของ **ADSL**





# สรุป



**การส่งผ่านข้อมูล** เป็นกระบวนการนำข้อมูลข่าวสารส่งออกจากผู้ส่ง ผ่านสื่อกลางส่งข้อมูลหรือสายสื่อสารเพื่อไปยังผู้รับได้อย่างถูกต้อง

**การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล** จำเป็นต้องดำเนินการกับสิ่งต่อไปนี้

1. การเข้ารหัสข้อมูลให้เป็นสัญญาณ
2. ส่งสัญญาณผ่านสื่อกลาง
3. ปลายทางจะถอดรหัสสัญญาณให้กลับมาเป็นข้อมูลตามเดิม
4. สัญญาณแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน รวมถึงข้อกำหนดด้านการส่งผ่านข้อมูล

# สรุป



## ข้อดีของการส่งผ่านข้อมูลดิจิทัล

1. มีข้อผิดพลาดต่ำกว่า
2. ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี
3. สามารถเข้ารหัสสัญญาณในรูปแบบต่างๆ ได้ง่ายกว่า
4. มีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลสูง
5. มีประสิทธิภาพสูง
6. มีความปลอดภัย

## การส่งข้อมูลแบบอนุกรม แบ่งเป็น 3 วิธี คือ

1. การส่งข้อมูลแบบ Synchronous
2. การส่งข้อมูลแบบ Asynchronous
3. การส่งข้อมูลแบบ Isochronous

# สรุป



ทิศทางของการส่งข้อมูล มี 3 วิธี คือ

1. การสื่อสารแบบ Simplex
2. การสื่อสารแบบ Half-duplex
3. การสื่อสารแบบ Full-duplex

**DTE** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูล หรืออาจเป็นทั้งตัวส่งและตัวรับข้อมูลก็ได้ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในลักษณะของ DTE มักใช้แทนแหล่งกำเนิดข้อมูลต้นทางแหล่งแรก หรือแหล่งรับข้อมูลปลายทางแหล่งสุดท้าย

**DCE** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ให้เกิดการเชื่อมต่อ โดยจะรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ DTE แล้วส่งไปยังสื่อส่งข้อมูล ปกติแล้วอุปกรณ์ DCE หมายถึงโมเด็มที่มีหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE เข้าด้วยกัน

# สรุป



คุณลักษณะของมาตรฐานอินเตอร์เฟซประกอบด้วยข้อกำหนดสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ข้อกำหนดทางกลไก
2. ข้อกำหนดทางไฟฟ้า
3. ข้อกำหนดด้านฟังก์ชันการทำงาน
4. ข้อกำหนดด้านขั้นตอนการทำงาน

**EIA-232** เป็นมาตรฐานอินเตอร์เฟซที่พัฒนาโดยสมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดย EIA-232 เป็นอินเตอร์เฟซที่ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ DTE และ DCE ซึ่งเมื่อก่อนได้ถูกเรียกว่า RS-232 อินเตอร์เฟซ EIA-232 แบบดั้งเดิมจะเป็นแบบ 25 pin สำหรับปลั๊กตัวผู้และแบบ 25 socket สำหรับปลั๊กตัวเมีย

# สรุป



การเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็มเป็นการเชื่อมต่อในลักษณะ DTE-to-DTE โดยปราศจากอุปกรณ์ DCE เช่น การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่องในระยะทางใกล้ๆ ด้วยสายนัลโมเด็ม

**FireWire** เป็นชื่อจดทะเบียนการค้าของบริษัทแอปเปิลคอมพิวเตอร์ ที่เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 1394 เป็นสายส่งข้อมูลดิจิทัลความเร็วสูง ในบางครั้งเรียกว่า i-Link ซึ่งเป็นชื่อจดทะเบียนการค้าของบริษัทไชนี่

- FireWire ตามมาตรฐาน 1394a มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 400 Mbps
- FireWire ตามมาตรฐาน 1394b มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 800 Mbps และยังสามารถขยายความเร็วได้สูงสุด 3.2 Gbps

FireWire เป็นพอร์ตที่นำไปใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการสื่อสารด้วยความเร็วสูง เช่น กล้องดิจิทัล วิดีโอ ดิจิตอล รวมถึงอุปกรณ์วิดีโอทัศน์ เป็นต้น



# สรุป



อุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ล้วนเป็นพอร์ต USB ส่วนใหญ่

- USB version 1.1 มีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลเพียง 12 Mbps
- USB version 1.2 (Hi-Speed USB) มีความเร็วสูงสุดในการถ่ายโอนข้อมูลที่ 480 Mbps

**Modem** ทำหน้าที่แปลงข้อมูล Digital ให้เป็นสัญญาณ Analog เพื่อส่งข้อมูลระยะไกลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ เมื่อสัญญาณถึง Modem ปลายทาง ก็จะแปลงสัญญาณ Analog กลับมาเป็นข้อมูล Digital เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ใช้งานต่อไป

- Modem ที่มี interface แบบ EIA-232 จัดเป็น Modem รุ่นเก่าโดยปัจจุบันจะใช้พอร์ต USB
- Modem มีทั้งแบบ Internal และ External
- มาตรฐาน Modem ที่ใช้งานในปัจจุบันคือ มาตรฐาน V.90 และ V.92

# สรุป



**Modem** ในปัจจุบันจะมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานของระบบโทรศัพท์ ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้

1. การตอบรับอัตโนมัติ
2. การหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ
3. การยกเลิกการติดต่ออัตโนมัติ
4. การโทรซ้ำอัตโนมัติ

การเจรจาเพื่อตกลงอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลระหว่าง Modem มีความเป็นไปได้อยู่ 2 กรณี คือ

1. การถอยหลัง ซึ่งเป็นการลดอัตราความเร็วลงมา
2. การเดินหน้า ซึ่งเป็นการเพิ่มอัตราความเร็วให้สูงขึ้น

Modem ยังมีการเทคนิคการบีบอัดข้อมูล และการแก้ไขข้อผิดพลาด และด้วยเทคนิคการบีบอัดข้อมูล ทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลง ประมาณ 1-2 เท่า ส่งผลให้ประหยัดเวลาในการส่งข้อมูล รวมทั้งสร้างความมั่นใจในข้อมูลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

# สรุป



**Local Loop** คือระยะทางเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับผู้ให้บริการโทรศัพท์ ซึ่งยังคงเป็นระบบ Analog ถึงแม้ขีดจำกัดด้านความเร็วของ Modem 56K จะสามารถรับส่งข้อมูลที่มีความเร็วประมาณ 56,000 bps แต่ก็ไม่สามารถใช้ความเร็วถึงขีดดังกล่าวได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านสัญญาณรบกวนและระยะทางเป็นสำคัญ

**DSL (Digital Subscript Line)** คือเทคโนโลยี Modem ที่สื่อสารด้วยสัญญาณ Digital ความเร็วสูง ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานควบคู่กับโครงข่ายโทรศัพท์แบบเดิม โดยใช้เทคนิคการ Modulate ในย่านความถี่ที่สูงกว่า ซึ่งย่านความถี่ดังกล่าว สายโทรศัพท์ไม่ได้นำมาใช้งาน จึงทำให้เราสามารถใช้งานโทรศัพท์ควบคู่ไปกับการสื่อสารผ่าน Modem ได้ขณะเดียวกัน

# สรุป



เทคโนโลยี DSL ประกอบด้วยหลายๆ เทคโนโลยีด้วยกัน คือ

1. ADSL
2. ADSL Lite
3. HDSL
4. SDSL
5. VDSL

เทคโนโลยี ADSL ถูกนำมาใช้งานมากที่สุด โดยอัตราความเร็วของ ADSL ทั้งการส่งข้อมูลและการรับข้อมูลจะมีอัตราความเร็วไม่เท่ากัน การส่งข้อมูลจะมีความเร็วประมาณ 16 - 640 Kbps ในขณะที่การรับข้อมูลจะมีความเร็วสูงถึง 1.5 - 6.1 Mbps เพราะส่วนใหญ่ผู้ใช้งานมักจะใช้ Download ข้อมูลมากกว่าการ Upload ข้อมูลนั่นเอง

# สรุป



- การ Modulate ด้วยเทคนิค DMT ถูกนำมาใช้กับระบบ ADSL
- ย่านความถี่ของระบบ ADSL แบ่งเป็น 3 ช่วงด้วยกันคือ
1. Voice คือ ย่านความถี่ที่นำไปใช้สำหรับการใช้งานโทรศัพท์
  2. Upstream คือ ย่านความถี่ที่นำไปใช้ในการส่งข้อมูล
  3. Downstream คือ ย่านความถี่ที่นำไปใช้ในการรับข้อมูล