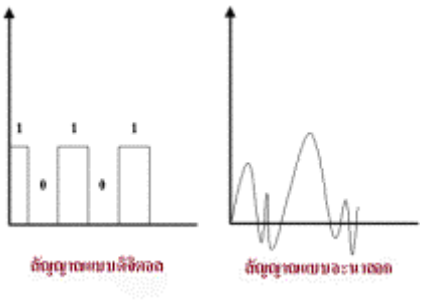
การประมวลผลข้อมูลบนระบบเครือข่าย

ชนิดของสัญญาณอิเลกทรอนิกส์

สัญญาณอิเลกทรอนิกส์ที่ใช้ในการสื่อสารสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ สัญญาณแอนะล็อก และสัญญาณดิจิตอล สัญญาณแอนะล็อกได้แก่สัญญาณเสียง และสัญญาณในธรรมชาติทั้งหมด ปัญหาที่สำคัญของสัญญาณ แอนะล็อกก็คือเรื่องสัญญาณรบกวน ซึ่งในบางครั้งอาจทำให้ระบบไม่สามารถใช้งานได้เลย ดังนั้นจึงมีการนำสัญญาณดิจิตอลเข้ามาแทนที่

1. สัญญาณแบบแอนะล็อก (Analog Signal) จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องที่ทุกๆ ค่า ที่เปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมาย การส่งสัญญาณแบบนี้จะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากค่าทุกค่าถูกนำมาใช้งาน ซึ่งสัญญาณแบบแอนะล็อกนี้จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสารส่วนมากใช้อยู่เช่น สัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น
2. สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Signal) จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่าคือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพ และความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบอนาลอกเนื่องจากมีการใช้งานค่าสองค่า เพื่อนำมาตีความหมายเป็น on/off หรือ0/1 เท่านั้น ซึ่งเป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการติดต่อสื่อสารกัน



รูปที่ 1 สัญญาณแบบอะนาล็อกและดิจิตอล

รหัสที่ใช้แทนข้อมูลในการสื่อสาร

การติดต่อสื่อสารแบบใช้สัญญาณที่เป็นดิจิตอลนั้น ส่วนใหญ่เป็นการติดต่อระหว่างอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ เพื่อใช้ถ่ายทอดข้อมูลบางอย่างซึ่งกันและกัน ในระบบการสื่อสารข้อมูลนั้นจะต้องเกิดการส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์พิเศษ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง แต่ข่าวสารแบบนี้จะถูกเปลี่ยนจากรูปแบบที่มนุษย์เข้าใจให้กลายเป็นข่าวสารที่เครื่องคอมพิวเตอร์จัดเก็บไว้ได้ รหัสที่ใช้ในการสื่อสารทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบของระบบไบนารีหรือ เลขฐานสอง ซึ่งรหัสมาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลเช่น รหัส ASCII เป็นต้น ความเร็วในการส่งข้อมูลจะมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second หรือ bps)

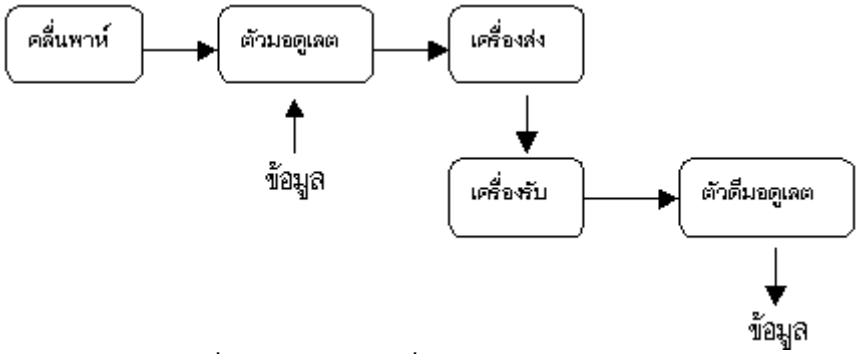
รูปที่ 2 ตัวอย่างการส่งรหัส ASCII จากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์

ระบบสื่อสารแอนะล็อก

การสื่อสารแอนะล็อกเป็นระบบที่ออกแบบให้ส่งข้อมูลสัญญาณแอนะล็อก เช่น สัญญาณเสียง แต่ได้มีการพัฒนาจนประยุกต์ให้สามารถส่งข่าวสารได้ด้วยในปัจจุบัน ปัญหาสำคัญสำหรับการสื่อสารแอนะล็อกก็คือเรื่องสัญญาณรบกวน แต่เนื่องจากสัญญาณในธรรมชาติทั้งหมดเป็นสัญญาณแอนะล็อก จึงยังคงเห็นการพัฒนาของการสื่อสารแบบแอนะล็อกในปัจจุบัน เช่น การมอดูเลตแอมพลิจูด (Amplitude Modulation หรือ AM) การมอดูเลตความถี่ (Frequency Modulation หรือ FM)

การมอดูเลต

การมอดูเลต (Modulation) เป็นการผสมสัญญาณของข้อมูลเข้าไปกับสัญญาณอีกสัญญาณหนึ่งเรียกว่า คลื่นพาห์ (carrier) ซึ่งสัญญาณนี้มีความถี่ที่เหมาะกับช่องสัญญาณนั้นๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ส่งเข้าไปในช่องสัญญาณเดินทางได้ไกลมากขึ้น การเลือกวิธีมอดูเลตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดของสัญญาณ แบนด์วิดท์ ประสิทธิภาพของระบบที่ต้องการ และความต้านทานต่อสัญญาณรบกวน เป็นต้น



รูปที่ 3 รูปแบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณ

จากรูปที่ 3 แสดงรูปแบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณอย่างง่าย โดยคลื่นพาห์ผสมสัญญาณข้อมูลที่ตัวมอดูเลต (Modulator) แล้วส่งไปที่เครื่องส่ง จากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับจะเป็นช่องสัญญาณสำหรับลำเลียงสัญญาณผสมนี้ สัญญาณผสมจากเครื่องรับจะไปเข้าตัวดีมอดูเลต (Demodulate) เพื่อแยกสัญญาณข้อมูลออกมา

จะขอแนะนำการมอดูเลตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน 3 วิธีได้แก่

1. การมอดูเลตแอมพลิจูด (Amplitude Modulation หรือ AM) วิธีนี้แอมพลิจูดของคลื่นพาห์จะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณของข้อมูลที่เข้ามา การมอดูเลตแบบ AM เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการมอดูเลต แต่คุณภาพของสัญญาณไม่ดี มีความต้านทานสัญญาณรบกวนต่ำ เหมาะกับข้อมูลที่ไม่ต้องการคุณภาพมากนัก เช่น สัญญาณเสียง เป็นต้น
2. การมอดูเลตความถี่ (Frequency Modulation หรือ FM) วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาห์ตามสัญญาณของข้อมูลที่เข้ามา การมอดูเลตแบบความถี่ ให้คุณภาพที่ดีกว่าการมอดูเลตแบบแอมพลิจูด แต่ระบบจะซับซ้อนกว่า

การมอดูเลตเฟส (Phase Modulation หรือ PM) เป็นการมอดูเลตที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเฟสของคลื่นพาห์ตามสัญญาณข้อมูลที่เข้ามา ทั้งคุณภาพของสัญญาณและความซับซ้อนไม่ค่อยแตกต่างจากการมอดูเลตแบบความถี่เท่าใดนัก ข้อแตกต่างระหว่างการมอดูเลตแบบความถี่ กับการมอดูเลตแบบเฟส คือการมอดูเลตแบบเฟสใช้คลื่นพาห์เพียงความถี่เดียว การมอดูเลตและดีมอดูเลตสามารถทำได้ประหยัดกว่า แต่ไม่ได้หมายความว่าซับซ้อนน้อยกว่า

ระบบสื่อสารดิจิตอล

ในยุคที่เริ่มมีการรับส่งข้อมูล ระบบต่างๆ ทำงานแบบแอนะล็อกทั้งหมด ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีทางด้านดิจิตอลได้ก้าวหน้าขึ้นมา จึงได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีดิจิตอลเข้าไปทดแทนแบบแอนะล็อกเดิม ทั้งการนำไปทดแทนทั้งหมด เช่น สร้างโครงข่ายชนิดใหม่ หรือนำไปทดแทนบางส่วน เช่น โมเด็ม ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีของสัญญาณแบบดิจิตอลนั่นเอง เช่น

1. ให้คุณภาพการรับส่งข้อมูลที่เท่ากันหรือดีกว่าแอนะล็อก
2. ง่ายต่อการบำรุงรักษา
3. เพิ่มเติม ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงความสามารถหรือบริการของระบบได้ง่าย
4. มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี

รูปแบบการมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล

การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล (Digital Modulation) เข้ากับคลื่นพาห์ที่เป็นสัญญาณไซน์นั้นมีอยู่หลาย รูปแบบ ทั้งนี้ก็เพื่อต้องการให้สัญญาณดิจิตอลเหล่านั้นสามารถส่งผ่านตัวกลางที่ออกแบบมาสำหรับสัญญาณแบบ แอนะล็อกได้ เช่น โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน ไมโครเวฟ เป็นต้น การมอดูเลตที่ใช้กันทั่วไปได้แก่

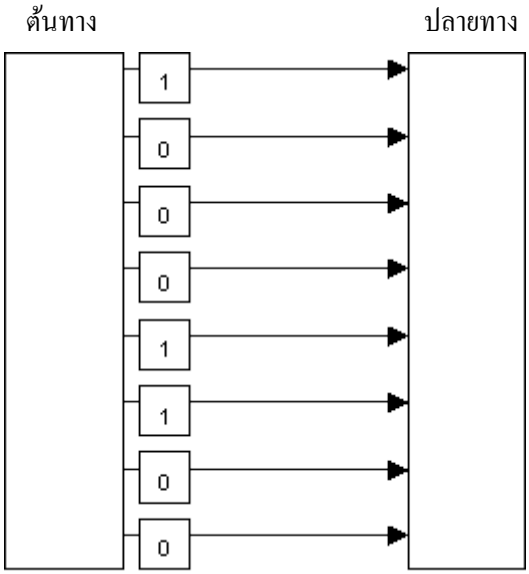
1. การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (Amplitude shift keying หรือ ASK)
2. การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (Frequency shift keying หรือ FSK)
3. การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (Phase shift keying หรือ PSK)
4. การมอดูเลตแบบควอเดรเจอร์แคเรียร์แอมพลิจูด (Quadrature carrier Amplitude Modulation หรือ QAM)

รูปแบบของการส่งผ่านข้อมูล

รูปแบบของสายส่งสัญญาณสื่อสารอาจประกอบด้วยสายส่งตั้งแต่หนึ่งสายขึ้นไป ซึ่งทำให้เกิดช่องทางการส่งข้อมูลได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง รูปแบบของการส่งผ่านข้อมูลสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ

1. การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transimission)

ในรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่แทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษร จะถูกส่งผ่านไปตามสายส่ง หลายๆ สายขนานกันไป ดังนั้นทุกบิตจะเดินทางถึงผู้รับพร้อมๆ กัน และจำนวนสายส่งเพื่อให้เกิดช่องทางการส่งจะต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนบิตที่เข้ารหัสแทนตัวอักษรในแต่ละระบบ เช่นการส่งผ่านข้อมูลที่เข้ารหัสแบบ ASCII ก็จำเป็นต้องใช้ช่องทางการส่ง 8 ช่องทาง จึงจะทำให้ทุกบิตวิ่งผ่านสายส่งขนานกันไปได้ดังรูป

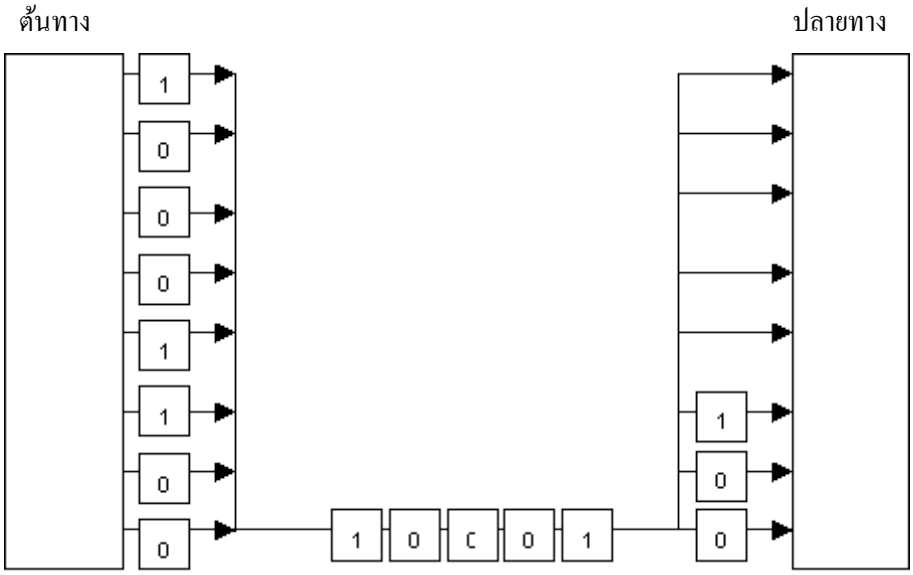


รูปที่ 4 การส่งข้อมูลแบบขนาน

จากรูปแสดงให้เห็นว่าทุกบิตที่เข้ารหัสตัวอักษรตัวหนึ่งๆ จะเดินทางขนานกันไป โดยเริ่มจากต้นทางผ่านสายส่งสัญญาณที่มีอยู่ด้วยกัน 8 เส้น ไปยังปลายทาง ดังนั้นปลายทางจะได้รับทุกบิตของตัวอักษรพร้อมๆ กัน การส่งผ่านข้อมูลแบบขนานนี้ ส่วนมากจะใช้ในการส่งผ่านข้อมูลในระยะใกล้ อันได้แก่การเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้างของมันเช่น ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ เพราะสามารถทำได้ด้วยความเร็วสูง และถ้านำไปใช้ในระยะไกลๆ จะต้องเสีย ค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องใช้สายส่งเท่ากับจำนวนบิตที่ใช้เข้ารหัสแทนข้อมูลตัวอักษร

2. การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transimission)

รูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงลำดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว ดังรูป



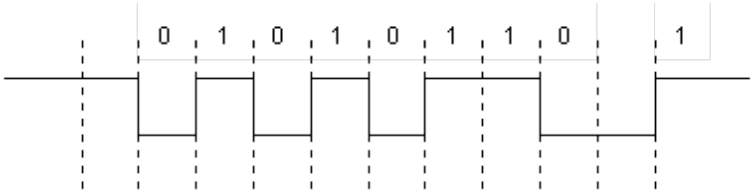
รูปที่ 5 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

จากรูปตัวอักษรจะประกอบด้วย 8 บิต เรียงเป็นลำดับ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างต้นทาง และปลายทาง และปลายทางจะรวบรวมบิตเหล่านี้ทีละบิตจนครบ 8 บิต เป็น 1 ตัวอักษร จะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่ค่าใช้จ่ายจะถูกกว่าแบบขนาน ซึ่งเหมาะสำหรับการส่งระยะทางไกลๆ

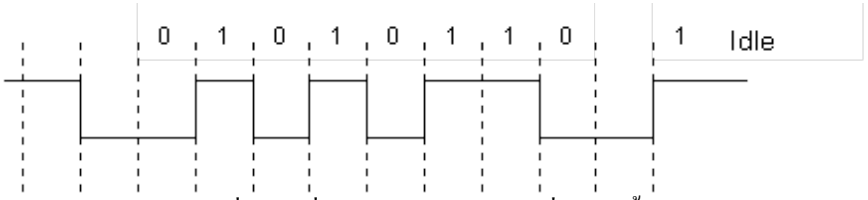
โดยทั่วไปแล้วการส่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยกลุ่มของตัวอักษร ดังนั้นในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จึงเกิดปัญหาขึ้นว่า แล้วต้นทางและปลายทางจะทราบได้อย่างไรว่า จะแบ่งแต่ละตัวอักษรตรงบิตใด จึงเกิดวิธีการสื่อสารข้อมูลขึ้น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส (Asynchronous Transmission) และการสื่อสารแบบซิงโคนัส (Synchronous Transmission

2.1 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส (Asynchronous Transmission)

การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น การสื่อสารแบบระบุจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด (Start-Stop Transmission) ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันจะประกอบไปด้วย บิตเริ่มต้น (start bit) บิตของข้อมูลที่สื่อสาร (transmission data) จำนวน 8 บิต บิตตรวจข้อผิดพลาด(parity bit) และบิตสิ้นสุด (stop bit) สำหรับบิตตรวจสอบข้อผิดพลาดจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ดังนั้นสัญญาณจึงต้องประกอบด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน ดังรูป



รูปที่ 6 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ไม่ได้ใช้พารีตี้บิต



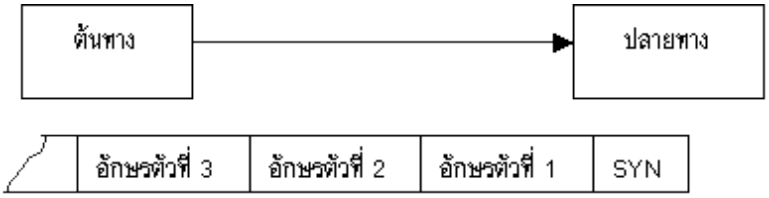
รูปที่ 7 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ใช้พารีตี้บิต

จากรูปจะเห็นว่าขณะที่ไม่มีข้อมูลส่งออกมาสถานะของการส่งจะเป็นแบบว่าง (Idle) ซึ่งจะมีระดับของสัญญาณเป็น 1 ตลอดเวลา เพื่อความแน่ใจว่าปลายทาง หรือฝ่ายรับยังคงติดต่อกับต้นทาง หรือฝ่ายส่งอยู่ เมื่อเริ่มจะส่งข้อมูลสัญญาณของอะซิงโคนัสจะเป็น 0 หนึ่งช่วงสัญญาณนาฬิกา ซึ่งบิตนี้เราเรียกว่าบิตเริ่มต้น ตามหลังของบิตเริ่มต้นจะเป็นบิตข้อมูลสำหรับ 1 ตัวอักษร ตามหลังบิตข้อมูลก็จะเป็นบิตตรวจข้อผิดพลาด แล้วจะตามด้วยบิตสิ้นสุด ถ้าไม่ใช่บิตตรวจข้อผิดพลาด ตามหลังบิตข้อมูลก็จะเป็นบิตสิ้นสุดเลย หลังจากนั้นถ้าไม่มีข้อมูลส่งออกมาสัญญาณจะกลับไปอยู่ที่สถานะแบบว่างอีก เพื่อรอการส่งข้อมูลต่อไป

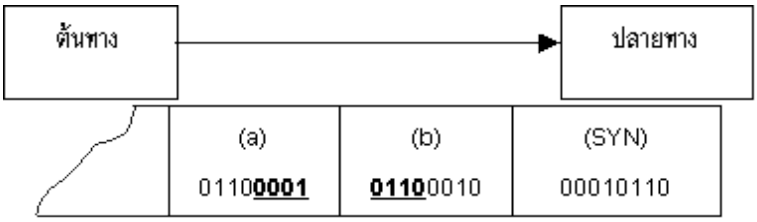
จะเห็นว่าการสื่อสารแบบอะซิงโคนัสนี้ มีลักษณะเป็นไปทีละตัวอักษร และสัญญาณที่ส่งออกมา มีบางส่วนเป็นบิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด และบิตตรวจข้อผิดพลาด ทำให้ความเร็วในการส่งข้อมูลต่อวินาทีน้อยลงไป เนื่องจากต้องสูญเสียช่องทางการสื่อสารให้กับ บิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด และบิตตรวจข้อผิดพลาด (ถ้ามีใช้) ตลอดเวลา การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสนี้มักใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้าง

2.2 การสื่อสารแบบซิงโคนัส (Synchronous Transmission)

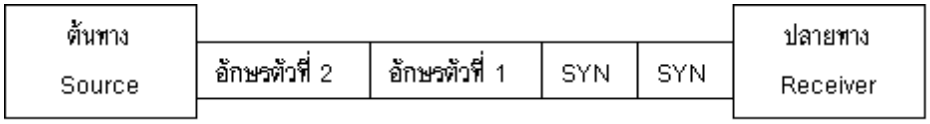
การสื่อสารแบบซิงโคนัส จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ และทำการส่งข้อมูลทั้งกลุ่มไปพร้อมกันในทีเดียว เราเรียกกลุ่มของข้อมูลนี้ว่า บล็อกของข้อมูล (Block of Data) ซึ่งตัวอักษรตัวแรก และตัวถัดไปที่อยู่ในบล็อกเดียวกันจะไม่มีอะไรมาคั่นเหมือนอย่างแบบอะซิงโคนัส ที่ต้องใช้บิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดคั่นทุกๆ ตัวอักษร แต่จะมีข้อมูลเริ่มต้นซึ่งเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่ส่งมาเพื่อให้รู้ว่านั้นคือ จุดเริ่มต้นของกลุ่มตัวอักษรที่กำลังส่งเรียงกันเข้ามา เช่น อักขระซิง (SYN character) โดยที่อักขระซิงมีรูปแบบบิต คือ 00010110 ตัวอย่างของการส่งแสดงได้ดังรูป



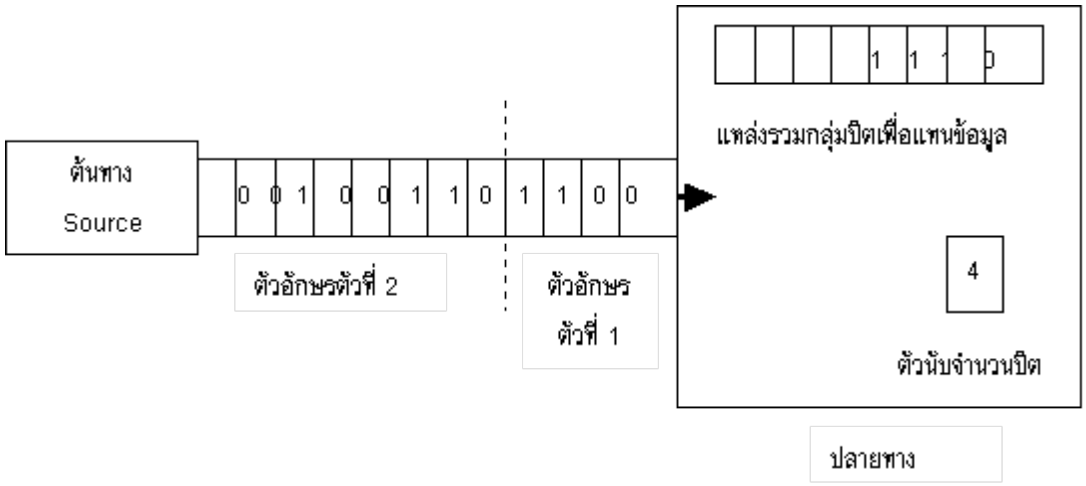
จากรูปเมื่อลายทางตรวจพบอักขระซิง หรือ 00010110 แล้วจะทราบได้ทันทีว่าบิตที่ตามมาคือบิตตัวอักษรแต่ละตัว แต่การใช้อักขระซิงเพียงตัวเดียวอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ เช่น ถ้าเราส่งตัวอักษร b และตัวอักษร a ติดต่อกันไป ซึ่งตัวอักษร b มีรูปแบบบิตคือ 01100010 และตัวอักษร a มีรูปแบบบิตคือ 01100001 การส่งจะแสดงได้ดังรูป



จะเห็นว่าเครื่องปลายทางจะตรวจพบอักขระซิงระหว่างบิตของตัวอักษร b และตัวอักษร a ทำให้เข้าใจว่าบิตต่อไปจะเป็นบิตของกลุ่มข้อมูล ซึ่งจะทำให้การรับข้อมูลนั้นเกิดผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้อักขระซิง 2 ตัวต่อกันเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่บอกให้ทราบว่าเป็นจุดเริ่มต้นบิตของกลุ่มข้อมูล ตัวอย่างของการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโคนัส และการตัดแถวของบิตข้อมูลออกเป็นกลุ่มทีละ 8 บิต เพื่อแทนข้อมูลแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 8 ตัวอย่างการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโคนัส

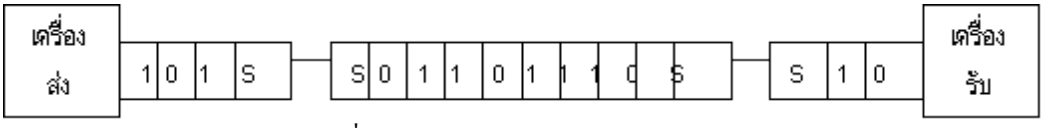


รูปที่ 9 แสดงการตัดแถวของบิตออกเป็นกลุ่มๆ ละ 8 บิต

การสื่อสารแบบซิงโคนัสนี้มักใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์

ประสิทธิภาพของการส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัส และแบบซิงโคนัส

รูปที่ 10 การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโคนัส



รูปที่ 11 การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัส

จากรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่าการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโคนัสนั้นส่วนมากแล้ว ตลอดทางของสายส่งจะใช้ส่งผ่านข้อมูลเต็มตลอดทั้งสาย ส่วนรูปที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัสนั้นสายส่งจะขาดความต่อเนื่องของสัญญาณข้อมูลที่ส่งผ่าน หรือถ้ามีสัญญาณข้อมูลที่ส่งผ่านต่อเนื่องกันเต็มตลอดทั้งสายแล้ว ก็จะสูญเสียช่องทางในการส่งไปกับการส่งบิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดของแต่ละตัวอักษร

ตัวอย่างเช่น กรณีที่ส่งผ่านข้อมูลที่อยู่ในรูปของรหัส ASCII ซึ่งตัวอักษรหนึ่งตัวถูกแทนด้วย 8 บิต ถ้ามีการส่งกลุ่มของข้อมูล 240 ตัวอักษร ในกรณีการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโคนัสมีการใช้ตัวอักขระซิง 3 ตัว และการส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัสไม่มีการใช้บิตตรวจข้อผิดพลาด ดังนั้นเราสามารถคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างการส่งข้อมูลได้ ดังนี้

บิตทั้งหมดของตัวอักษรที่ส่งจะได้

240 ตัวอักษร x 8 บิต/ตัวอักษร = 1920 บิต

แบบซิงโคนัส

บิตของตัวอักขระซิงที่ใช้จะได้ SYN 3 ตัว เท่ากับ 3 x 8 บิต = 24 บิต

ผลรวมของบิตที่ต้องส่งทั้งหมด = 1920 + 24 = 1944 บิต

อัตราส่วนระหว่างการส่งข้อมูลที่ต้องส่งจริง กับจำนวนบิตทั้งหมดที่จำเป็นต้องส่งคือ

1920 หารด้วย 1944 จะได้ประมาณ 99 %

แบบอะซิงโคนัส

บิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดที่ใช้จะได้ 2 x 240 = 480 บิต

ผลรวมของบิตที่ต้องส่งทั้งหมด = 1920 + 480 = 2400 บิต

อัตราส่วนระหว่างการส่งข้อมูลที่ต้องส่งจริง กับจำนวนบิตทั้งหมดที่จำเป็นต้องส่งคือ

1920 หารด้วย 2400 จะได้ประมาณ 80 %

การใช้บิตตรวจข้อผิดพลาด

บิตตรวจข้อผิดพลาด หรือพารีตี้บิต จะเป็นบิตที่ใช้เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง ซึ่งมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ การตรวจสอบจำนวนคี่ (odd parity) และการตรวจสอบจำนวนคู่ (even parity)

1. **การตรวจสอบจำนวนคี่ (Odd parity)** หมายถึง บิตตรวจสอบจะต้องนับบิตที่มีค่าของ 1 สำหรับกลุ่มของบิตที่จะส่งและต้องการตรวจสอบอยู่เป็นจำนวนคี่ เช่น ถ้านับบิตที่มีค่าของ 1 ในกลุ่มของบิตที่จะส่ง และต้องการ ตรวจสอบได้เป็นจำนวนคู่ บิตตรวจสอบนี้จะต้องมีค่าเป็น 1 เพื่อที่จะรวมเป็นจำนวนคี่ แต่ถ้าจำนวนนับได้เป็นจำนวนคี่ บิตตรวจสอบก็จะมีค่าเป็น 0

   ตัวอย่าง

   สมมุติว่าถ้าข้อมูลที่ต้องการส่งมี 7 บิต คือ 0110011 บิตตรวจสอบจำนวนคี่จะต้องมีค่าเป็น 1 เพราะนับบิตที่มีค่าของ 1 ได้เท่ากับ 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ เมื่อรวมกับบิตตรวจสอบจำนวนคี่ที่มีค่าเป็น 1 ก็จะนับได้เป็น 5 ตัว ซึ่งเป็นเลขคี่และการส่งข้อมูลพร้อมบิตตรวจสอบไปจะได้เป็น 10110011

2. **การตรวจสอบจำนวนคู่ (Even parity)** หมายถึง บิตตรวจสอบจะต้องนับบิตที่มีค่าของ 1 สำหรับกลุ่มของบิตที่จะส่งและต้องการตรวจสอบอยู่เป็นจำนวนคู่ เช่น ถ้านับบิตที่มีค่าของ 1 ในกลุ่มของบิตที่จะส่งและต้องการ ตรวจสอบได้เป็นจำนวนคู่ บิตตรวจสอบนี้จะต้องมีค่าเป็น 0 เพื่อที่จะรวมเป็นจำนวนคู่ แต่ถ้าจำนวนนับได้เป็นจำนวนคี่ บิตตรวจสอบก็จะมีค่าเป็น 1

ตัวอย่าง

สมมุติว่าถ้าข้อมูลที่ต้องการส่งมี 7 บิต คือ 0110011 บิตตรวจสอบจำนวนคู่จะต้องมีค่าเป็น 0 เพราะนับบิตที่มีค่าของ 1 ได้เท่ากับ 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ การส่งข้อมูลพร้อมบิตตรวจสอบไปจะได้เป็น 00110011

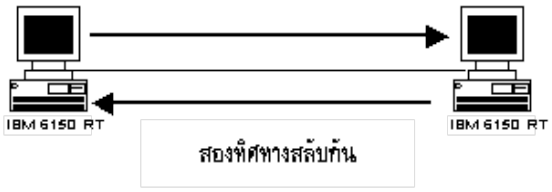
การตรวจสอบความถูกต้องทำได้โดย ระหว่างต้นทางและปลายทางจะต้องตกลงกันว่าจะใช้ตัวตรวจข้อผิดพลาดชนิดใด ถ้าใช้ตัวตรวจข้อผิดพลาดแบบจำนวนคี่แล้ว เมื่อปลายทางรับข้อมูลจะตรวจสอบจำนวนบิตที่มีค่าเป็น 1 ว่าเป็นจำนวนคี่หรือไม่ ถ้าไม่เป็นจำนวนคี่แสดงว่าข้อมูลเกิดความผิดพลาดขึ้น ปลายทางจะต้องแจ้งให้ต้นทางทราบ อาจจะให้ต้นทางส่งข้อมูลมาใหม่อีกครั้ง ส่วนการใช้ตัวตรวจข้อผิดพลาดแบบจำนวนคู่ก็จะใช้หลักการคล้ายๆ กัน

ทิศทางของการสื่อสารข้อมูล

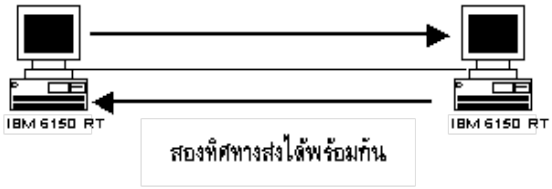
สามารถแบ่งทิศทางการสื่อสารของข้อมูลได้เป็น 3 แบบ คือ

1. แบบทิศทางเดียว (Simplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลจะถูกส่งจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทาง โดยไม่สามารถส่งข้อมูลย้อนกลับมาได้ เช่นระบบวิทยุ หรือโทรทัศน์

2. แบบกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งกลับกันได้ 2 ทิศทาง แต่จะไม่สามารถส่งพร้อมกันได้ โดยต้องผลัดกันส่งครั้งละทิศทางเท่านั้น เช่น วิทยุสื่อสารแบบผลัดกันพูด



3. แบบสองทิศทาง (Full Duplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งพร้อม ๆ กันได้ทั้ง 2 ทิศทาง ในเวลาเดียวกัน เช่น ระบบโทรศัพท์



ระบบเครือข่ายแบบเบสแบนด์ และบรอดแบนด์

1. ระบบเครือข่ายแบบเบสแบนด์ (Baseband) เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สายสัญญาณหรือตัวกลางในการส่งผ่านสัญญาณ สามารถส่งได้เพียงหนึ่งสัญญาณในเวลาขณะใดขณะหนึ่งเท่านั้น นั่นคืออุปกรณ์ที่ใช้งานสายสัญญาณขณะนั้นจะครอบครองช่องสัญญาณทั้งหมด โดยอุปกรณ์อื่นจะไม่สามารถร่วมใช้งานได้เลย เช่น ระบบโทรศัพท์ เป็นต้น การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ส่วนมากจะเป็นการสื่อสารแบบนี้ รวมทั้งการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ ยกเว้นการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายแบบ B-ISDN ซึ่งเป็นแบบบรอดแบนด์

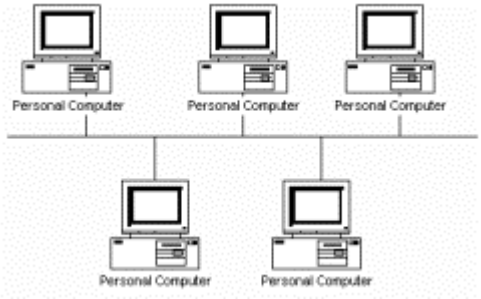
ระบบเครือข่ายแบบบรอดแบนด์ (Broadband) เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ตัวกลางในการส่งผ่านสัญญาณ สามารถส่งสัญญาณผ่านได้หลายๆ ช่องทางพร้อมๆ กัน โดยใช้วิธีแบ่งช่องความถี่ออกจากกัน ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถสื่อสารกันโดยใช้ช่องความถี่ของตนเองaผ่านตัวกลางเดียว ตัวอย่างเช่น ระบบเครือข่ายเคเบิลทีวี เป็นต้น

สถาปัตยกรรมของระบบเครือข่าย

สถาปัตยกรรมของระบบเครือข่าย (Network Architecture) หรือโทโปโลยี (Topology) คือลักษณะทาง กายภาพ (ภายนอก) ของเครือข่ายซึ่งหมายถึง ลักษณะของการเชื่อมโยงสายสื่อสารเข้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ภายในเครือข่ายด้วยกันนั่นเอง โทโปโลยีของเครือข่าย แต่ละแบบมีความเหมาะสมในการใช้งาน แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นที่เราจะต้องทำการศึกษาลักษณะและคุณสมบัติ ข้อดีและข้อเสียของโทโปโลยีแต่ละแบบ เพื่อนำไปใช้ในการ ออกแบบ พิจารณาเครือข่ายให้เหมาะสมกับการใช้งาน รูปแบบของโทโปโลยีของเครือข่ายหลักๆ มีดังต่อไปนี้

1. โทโปโลยีแบบบัส (Bus Topology)

เป็นโทโปโลยีที่ได้รับความนิยมใช้กันมากที่สุดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ลักษณะการทำงานของเครือข่าย โทโปโลยีแบบบัส คืออุปกรณ์ทุกชิ้นหรือโหนดทุกโหนด ในเครือข่ายจะต้องเชื่อมโยงเข้ากับสายสื่อสารหลักที่เรียกว่า"บัส" (BUS) เมื่อโหนดหนึ่งต้องการจะส่งข้อมูลไปให้ยังอีกโหนด หนึ่งภายในเครือข่าย จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่าบัสว่างหรือไม่ ถ้าหากไม่ว่างก็ไม่สามารถจะส่งข้อมูลออกไปได้ ทั้งนี้เพราะสายสื่อสารหลักมีเพียงสายเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลวิ่งมาในบัส ข้อมูลนี้จะวิ่งผ่านโหนดต่างๆ ไปเรื่อยๆ ในขณะที่แต่ละโหนดจะคอยตรวจสอบข้อมูลที่ผ่านมาว่าเป็นของตนเองหรือไม่ หากไม่ใช่ ก็จะปล่อยให้ข้อมูลวิ่งผ่านไป แต่หากเลขที่อยู่ปลายทาง ซึ่งกำกับมากับข้อมูลตรงกับเลขที่อยู่ของของตน โหนดนั้นก็จะรับข้อมูลเข้าไป



รูปที่ 1 โทโปโลยีแบบบัส

ข้อดีข้อเสียของโทโปโลยีแบบบัส

ข้อดี

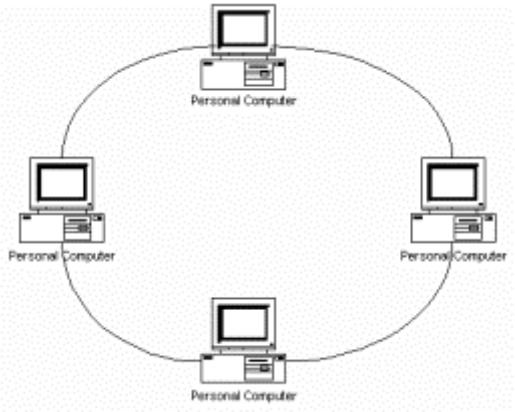
1. ใช้สายส่งข้อมูลน้อยและมีรูปแบบที่ง่ายในการติดตั้ง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา
2. สามารถเพิ่มอุปกรณ์ชิ้นใหม่เข้าไปในเครือข่ายได้ง่าย

ข้อเสีย

1. ในกรณีที่เกิดการเสียหายของสายส่งข้อมูลหลัก จะทำให้ทั้งระบบทำงานไม่ได้
2. การตรวจสอบข้อผิดพลาดทำได้ยาก ต้องทำจากหลาย ๆจุด

2. โทโปโลยีแบบวงแหวน (Ring Topology)

เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากันเป็นวงกลม ข้อมูลข่าวสารจะถูกส่งจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง วน อยู่ในเครือข่ายไปใน ทิศทางเดียวเหมือนวงแหวน (ในระบบเครือข่ายรูปวงแหวนบางระบบสามารถส่งข้อมูลได้ สองทิศทาง) ในแต่ละโหนดหรือสถานี จะมีรีพีตเตอร์ประจำโหนด 1 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่เพิ่มเติมข่าวสารที่จำเป็น ต่อการ สื่อสาร ในส่วนหัวของแพ็กเกจข้อมูล สำหรับการส่งข้อมูลออกจากโหนด และมีหน้าที่รับแพ็กเกจข้อมูลที่ ไหลผ่านมาจากสายสื่อสาร เพื่อตรวจสอบว่าเป็นข้อมูลที่ส่งมาให้โหนดตนหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะคัดลอกข้อมูล ทั้งหมดนั้นส่งต่อไปให้กับโหนดของตน แต่ถ้าไม่ใช่ก็จะปล่อยข้อมูลนั้นไปยังรีพีตเตอร์ของโหนดถัดไป



รูปที่ 2 โทโปโลยีรูปวงแหวน

ข้อดีข้อเสียของโทโปโลยีรูปวงแหวน

ข้อดี

1. การส่งข้อมูลสามารถส่งไปยังผู้รับหลาย ๆ โหนดพร้อมกันได้ โดยกำหนดตำแหน่งปลายทางเหล่านั้นลง ในส่วนหัวของแพ็กเกจข้อมูล รีพีตเตอร์ของแต่ละโหนดจะตรวจสอบเองว่ามีข้อมูลส่งมาให้ที่โหนดตนเองหรือไม่

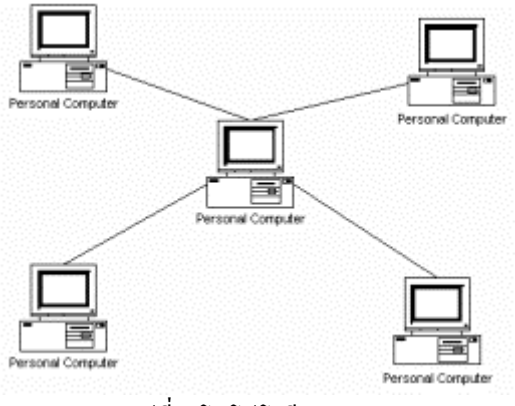
2. การส่งข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงไม่มีการชนกันของสัญญาณข้อมูล

ข้อเสีย

1. ถ้ามีโหนดใดโหนดหนึ่งเกิดเสียหาย ข้อมูลจะไม่สามารถส่งผ่านไปยังโหนดต่อไปได้ และจะทำให้เครือข่ายทั้ง เครือข่ายขาดการติดต่อสื่อสาร
2. เมื่อโหนดหนึ่งต้องการส่งข้อมูล โหนดอื่น ๆ ต้องมีส่วนร่วมด้วย ซึ่งจะทำให้เสียเวลา

3. โทโปโลยีรูปดาว (Star Topology)

เป็นการเชื่อมโยงการติดต่อสื่อสารที่มีลักษณะคล้ายรูปดาว หลายแฉก โดยมีสถานีกลาง หรือฮับ เป็นจุดผ่านการติดต่อกันระหว่างทุกโหนดในเครือข่าย สถานีกลางจึงมีหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมเส้นทางการสื่อสาร ทั้งหมด นอกจากนี้สถานีกลางยังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางคอยจัดส่งข้อมูลให้กับโหนดปลายทางอีกด้วย การสื่อสารภายในเครือข่ายแบบดาว จะเป็นแบบ 2 ทิศทาง โดยจะอนุญาตให้มีเพียงโหนดเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายได้ จึงไม่มีโอกาสที่หลายๆ โหนดจะส่งข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายในเวลาเดียวกัน เพื่อป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล เครือข่ายแบบดาว เป็นโทโปโลยีอีกแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน



รูปที่ 3 โทโปโลยีแบบดาว

ข้อดีและข้อเสียของโทโปโลยีแบบดาว

ข้อดี

1. การติดตั้งเครือข่ายและการดูแลรักษาทำ ได้ง่าย
2. หากมีโหนดใดเกิดความเสียหายก็สามารถตรวจสอบได้ง่าย และเนื่องจากใช้อุปกรณ์ 1 ตัวต่อสายส่งข้อมูล 1 เส้น ทำให้การเสียหายของอุปกรณ์ใดในระบบไม่กระทบต่อการทำงานของจุดอื่นๆ ในระบบ
3. ง่ายในการให้บริการเพราะโทโปโลยีแบบดาวมีศูนย์กลางทำหน้าที่ควบคุม

ข้อเสีย

1. ถ้าสถานีกลางเกิดเสียขึ้นมาจะทำให้ทั้งระบบทำงานไม่ได้
2. ต้องใช้สายส่งข้อมูลจำนวนมากกว่าโทโปโลยีแบบบัส และ แบบวงแหวน

4. โทโปโลยีแบบผสม (Hybridge Topology)

เป็นเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบผสมระหว่างเครือข่ายแบบใดแบบหนึ่งหรือมากกว่า เพื่อความถูกต้องแน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการและภาพรวมขององค์กร