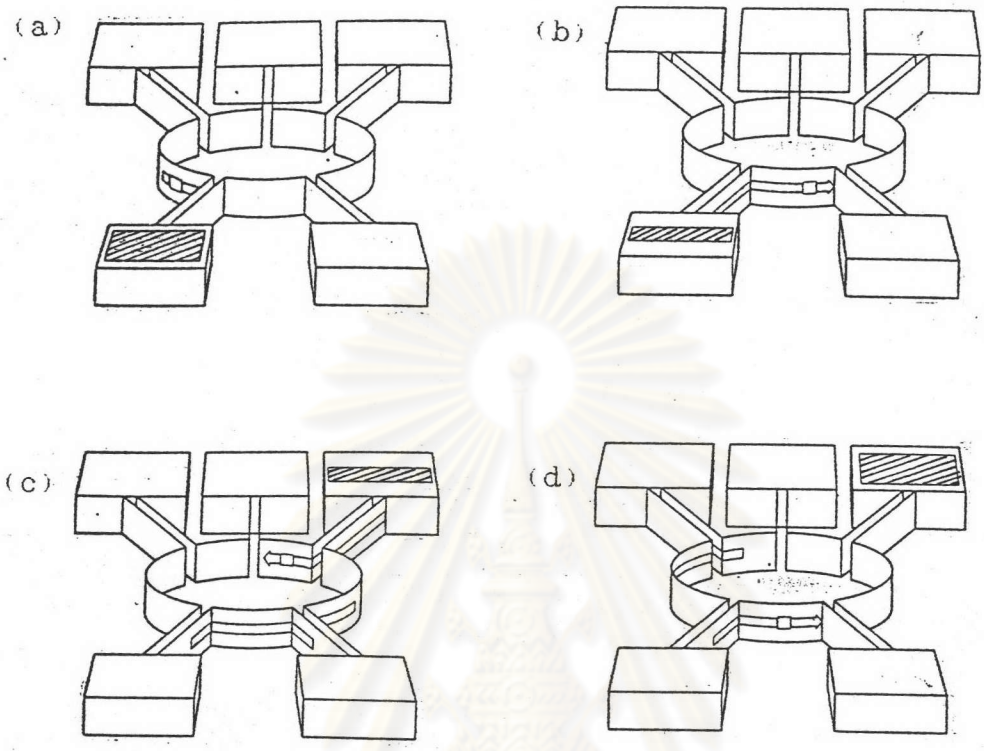
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

โทเกนริงเน็ตเวิร์ค

3.1 หลักการเบื้องต้น (Lefkon 1987)

มาตรฐาน IEEE 802.5 ได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับโทเกนริงเอาไว้ตั้งแต่ระดับฟิสิคอลคือการบอกตั้งแต่ระดับสัญญาณไฟฟ้า สายและคอนเนคเตอร์ต่างๆจนไปถึงระดับอัลกอริทึมในการทำงานของโทเกน เช่น เรื่องโทเกน เฟรม และการจัดลำดับความสำคัญเป็นต้นโครงสร้างของโทเกนริงเป็นดังรูปที่ 3.1 ซึ่งสายเคเบิลจะถูกต่อเชื่อมโยงระหว่างจุดต่างๆในที่นี้แต่ละจุดอาจเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เมนเฟรม มินิคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงคอมพิวเตอร์อื่นๆก็ได้ สายเคเบิลจะถูกต่อถึงกันในลักษณะวงแหวน จุดแต่ละจุดในวงแหวนจะได้รับข้อมูลจากจุดที่อยู่ก่อนหน้ามันและส่งข้อมูลไปยังอีกจุดหนึ่งถัดไป ถ้าตัวมันเองไม่ส่งข้อมูลให้ผู้อื่นในเน็ตเวิร์ค มันก็จะส่งข้อมูลที่ได้รับต่อไปยังจุดถัดไปตามปรกติ ข้อมูลก็จะวิ่งวนในวงแหวนนี้เรื่อยๆจนครบทุกจุดที่ต่อเข้ากับวงแหวนนี้เมื่อจุดใดต้องการส่งข้อมูลมันก็จะนำข้อมูลที่ต้องการส่งมาต่อท้ายเข้ากับข้อมูลที่ได้รับจากจุดอื่นและส่งผ่านข้อมูลทั้งหมดไปยังจุดถัดไปจนกว่า จะเป็นจุดที่เป็นผู้รับในเน็ตเวิร์ค แต่ปัญหาก็ยังมีเนื่องจากการที่ไม่มีการควบคุมคิวในการส่งข้อมูลแต่ละจุดดังนั้น ถ้าเกิดมีการส่งข้อมูลหลายจุดพร้อมๆกันขึ้นมาจะเกิดการแย่งกันส่ง หรือรอจังหวะว่างในการส่งขึ้นได้เพื่อแก้ปัญหาข้อนี้จึงมีการกำหนดคิวการส่งข้อมูลขึ้นมา โดยอาศัยข้อความพิเศษในเน็ตเวิร์คเป็นตัวบอกว่าขณะนี้ถึงคิวจุดใดส่งข้อมูล ซึ่งข้อความพิเศษนี้เรียกว่าตัว โทเกน (token) ตัวโทเกนประกอบด้วยข้อความสั้นๆ ขนาด 24 บิตเมื่อโทเกนนี้วิ่งถึงจุดใดก็จะเป็นสัญญาณที่บอกว่าขณะนี้จุดนั้นสามารถส่งข้อมูลได้แล้วถ้ามีข้อมูลที่จะส่ง จุดที่ต้องการส่งข้อมูลก็จะทำการเปลี่ยนโทเกนที่ได้รับเป็นตำแหน่งของตัวเองตามด้วยตำแหน่งของผู้รับ และ



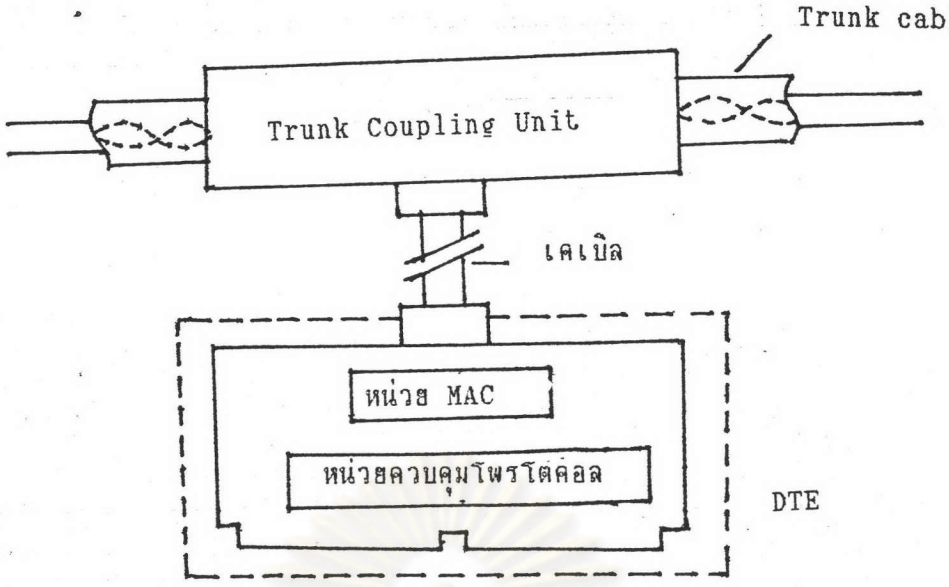
รูปที่ 3.1 แสดงหลักการทำงานของโทเกนริง (Lefkon 1987)

a) จุดที่ต้องการส่งข้อมูล รอให้โทเกนวิ่งมาถึงก่อน

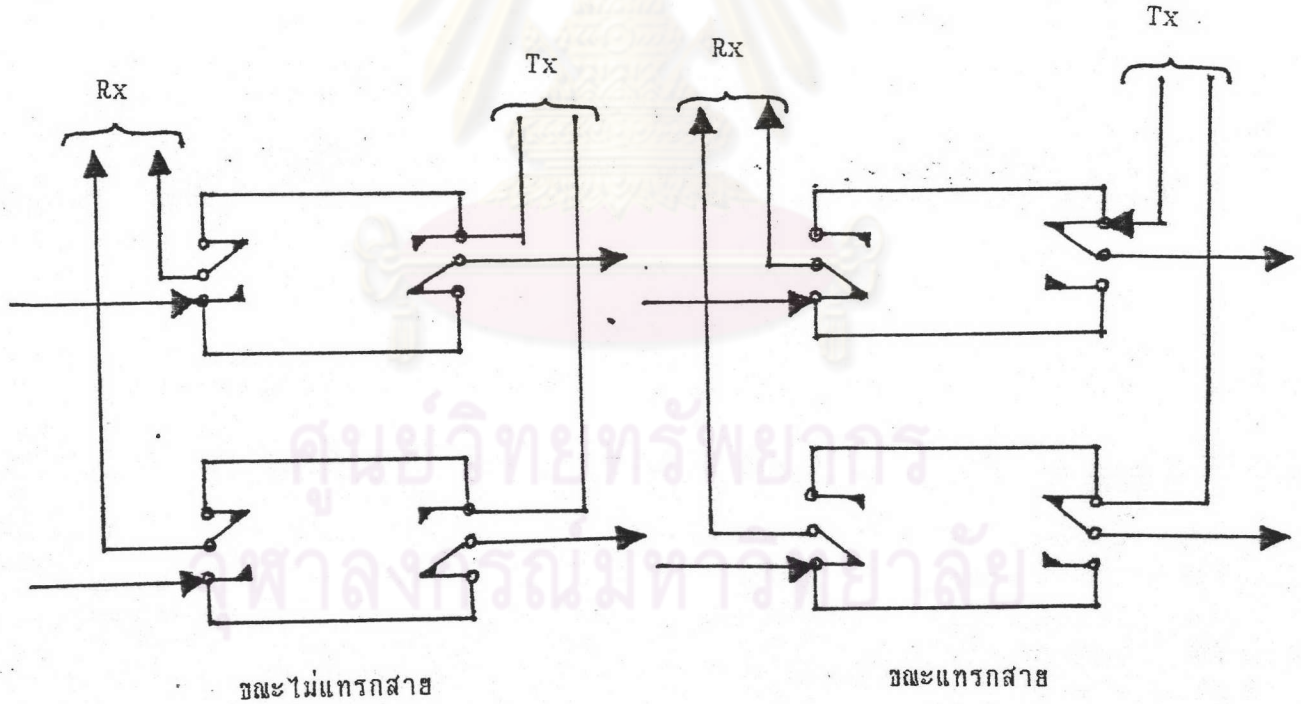
b) เมื่อได้รับโทเกนแล้ว จะเปลี่ยนโทเกนเป็นเฟรมซึ่งประกอบด้วยที่อยู่ของผู้ส่ง ที่อยู่ของผู้รับและตัวข้อมูลส่งออกไปในวงแหวน

c) ข้อมูลวิ่งมาถึงผู้รับจะก๊อปปี้ข้อมูลเก็บไว้และเปลี่ยนเป็นสภาพเฟรมข้อมูลบอกว่าได้รับข้อมูลนี้แล้ว

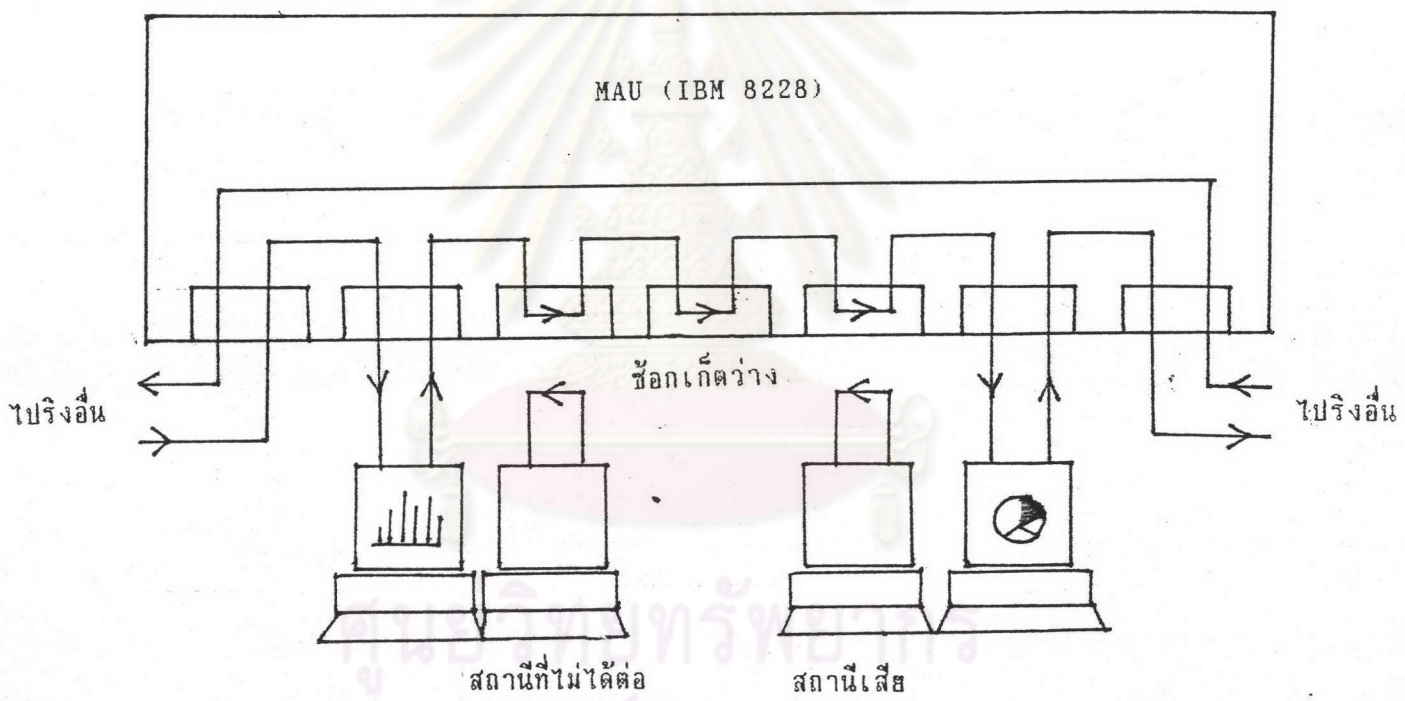
d) ข้อมูลจะวนกลับมาถึงผู้ส่ง ผู้ส่งจะตัดข้อมูลนี้ออกและสร้างโทเกนส่งวิ่งออกไปในวงแหวนต่อไป



รูปที่ 3.2 DTE อินเตอร์เฟส (Halsall 1989)



รูปที่ 3.3 TCU (Trunk Coupling Unit) อินเตอร์เฟส
(Halsall 1989)



รูปที่ 3.4 เครื่องที่เสียจะถูกปลดออกจากริงได้โดยอัตโนมัติ

(Halsall 1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต่อท้ายด้วยข้อมูลที่ต้องการส่ง จุดอื่นๆจะส่งผ่านข้อมูลนี้ไปจนถึงจุดที่เป็นผู้รับ ผู้รับจะเปลี่ยนสภาพของข้อมูลนี้เพื่อแสดงว่าได้รับข้อมูลแล้วและส่งข้อมูลนี้กลับไปยังผู้ส่งอีกครั้งหนึ่ง ขณะที่มีการส่งข้อมูลกันอยู่นี้จุดอื่นๆจะทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถส่งข้อมูลของตังเองได้ เนื่องจากตัวโทเกนยังมาไม่ถึงตัวเอง เมื่อข้อมูลกลับมาถึงจุดที่ส่งอีกครั้งหนึ่ง มันก็จะตัดข้อมูลนั้นทิ้งไปจากวงแหวนและส่งตัวโทเกนไปยังจุดอื่นๆต่อไปเพื่อให้จุดอื่นๆ ได้มีโอกาสส่งข้อมูลบ้างและวนไปเช่นนี้เรื่อยๆตลอดทั้งวงแหวน ทั้งหมดนี้เป็นหลักการพื้นฐานของโทเกนริง

3.2 ชั้นฟิสิคอล (Physical layer) (ANSI/IEEE Std. 802.5 1984)

ในระดับนี้ของ OSI จะกล่าวถึงคุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์และสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมต่อส่งข้อมูลถึงกัน ซึ่งของโทเกนริงจะต่อกันคล้ายๆวงแหวนรูปดาว แต่ละจุดต่อไปยังจุดรวมสายเรียกว่า MAU (Medium Access Unit) โดยใช้สายเคเบิลแบบสายธรรมดาสองชุด คู่ที่หนึ่งสำหรับส่งข้อมูล คู่ที่สองสำหรับรับข้อมูล โครงสร้างเคเบิลรูปวงแหวนรูปดาวนี้มีข้อดีสองประการ คือ ใช้สายเพียงชุดเดียวในการต่อจากเครื่องคอมพิวเตอร์มายังจุดรวมสาย ทำให้การเดินสายควบคู่ไปกับสายโทรศัพท์ได้เลย แม้ว่าจะเปลืองสายมากกว่าการเดินสายแบบธรรมดา แต่ก็ง่ายต่อการเพิ่มจุดใหม่และถอดจุดเก่าออกจากระบบ ข้อดีประการที่สองก็คือสามารถข้ามจุดที่เสียหรือข้ามจุดที่ไม่ได้ใช้งานได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 3.4 เมื่อเครื่องเสียหรือไม่ได้ใช้งาน วงจรใน MAU จะลัดวงจรให้สัญญาณไฟฟ้าในระบบข้ามจุดที่เสียหรือไม่ได้ใช้งานนั้นโดยอัตโนมัติ โดยในการแทรกวงจรเข้าไปในริงหรือถอดสายออกจากริงนั้น จะถูกควบคุมโดยรีเลย์ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งชุดของรีเลย์จะอยู่ในอุปกรณ์ที่เรียกว่า TCU(Trunk Coupling Unit) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับต่อสายเคเบิลที่มาจากอินเตอร์เฟสการ์ดที่เรียกว่า DTE (Data Terminal Equipment) เข้ากับสายเคเบิลของริง ดังแสดงในรูปที่ 3.2

ถ้าในระบบเน็ตเวิร์คมี MAU เพียงตัวเดียว มันก็จะมองว่าแต่ละจุดในวงแหวนเชื่อมต่อกันเรียงตามลำดับทุกจุดเป็นวงแหวนรูปดาว แต่ถ้ามี MAU หลายตัวใน

เน็ตเวิร์ค MAU จะเชื่อมต่อกันในลักษณะที่ทำให้เสมือนเป็นวงแหวนวงเดียวกันทั้งระบบ ทุกๆจุดในเน็ตเวิร์คจะทำงานเหมือนกับมี MAU ตัวเดียวแต่ละจุดนั้นเชื่อมต่อเข้ากับ MAU ด้วยตัวเชื่อมต่อแบบพิเศษ ถ้าไม่ได้เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวเชื่อมต่อนี้จะลัดวงจร ให้สัญญาณส่งข้อมูลผ่านตรงไปยังสัญญาณรับข้อมูล วงแหวนก็จะไม่ขาด เมื่อเราถอดสัญญาณเครื่องคอมพิวเตอร์ออกจากเน็ตเวิร์ค นอกจากนี้การลัดวงจรให้สัญญาณส่งข้อมูลผ่านตรงไปยังสัญญาณรับข้อมูลยังใช้ในการทดสอบตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย ว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ และการส่งสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังจุดอื่นๆในเน็ตเวิร์คจะส่งโดยใช้หม้อแปลงเชื่อมต่อเพื่อลดปัญหาระดับความดันไฟฟ้าไม่เท่ากัน และปัญหาสายดินหลุด ซึ่งจะก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนในระบบเน็ตเวิร์คได้ ในระบบเน็ตเวิร์คแบบบัสนั้น ระยะทางที่ไกลที่สุดของสายเคเบิลถูกกำหนดโดยสัญญาณที่วิ่งอยู่ในสาย ว่าจะถูกส่งไปจากปลายด้านหนึ่งถึงปลายอีกด้านหนึ่งได้ไกลแค่ไหนเท่านั้น เนื่องจากในระบบบัสทุกๆคนจะต้องได้รับข้อมูลเหมือนกันและต่อเข้ากับบัสร่วมกัน ขนาดของเน็ตเวิร์คจะใหญ่กว่าระยะทางที่สัญญาณเดินทางไปถึงไม่ได้ นอกจากจะใช้ตัวขยายสัญญาณ ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบโทเกนริงแล้วระบบโทเกนริงจะใหญ่กว่ามาก เพราะระบบโทเกนริงส่งสัญญาณไปให้จุดที่อยู่ใกล้ที่สุดแค่นั้น ทั้งเน็ตเวิร์คจึงมีขนาดใหญ่กว่าแบบบัสได้มาก ในระบบแบบบัส เช่น อีเทอร์เน็ต ระยะทางไกลที่สุดของสายเคเบิลที่ไม่ใช้ตัวขยายสัญญาณนั้นมีค่าไม่เกิน 500 เมตร แต่ในระบบโทเกนริง ระยะไกลที่สุดของแต่ละจุดมีค่าไม่เกิน 300 เมตรจาก MAU ซึ่งเมื่อรวมกันหลายๆจุดจะไกลกว่าแบบอีเทอร์เน็ตมาก

	SDEL	AC	FC	DEST ADDR	SRC ADDR	INFO	FCS	EDEL	FS
ความยาว(ไบต์)	1	1	1	6	6	0-n	4	1	1

รูปที่ 3.5 เฟรมข้อมูลของโทเกนริง

(ANSI/IEEE Std. 802.5 1984)

3.3 การเข้ารหัสและหมายเลขประจำเครื่อง (TMS380 User's Guide 1986)

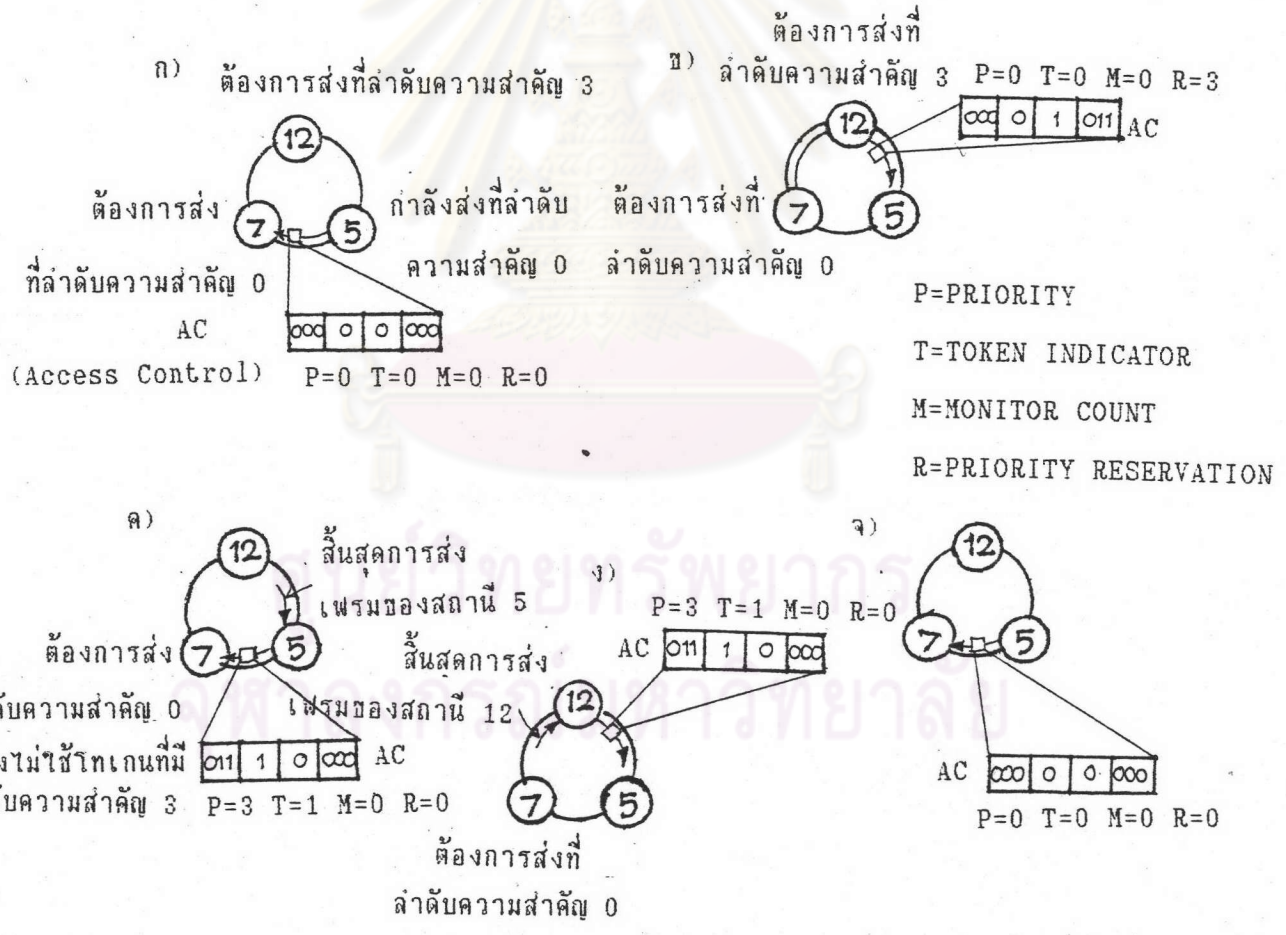
สัญญาณไฟฟ้าที่ส่งไปในสายของโทเกนริงเน็ตเวิร์ค จะใช้ในการเข้ารหัสในแบบที่เรียกว่า ดิฟเฟอร์เรนเชียลแมนเชสเตอร์ (Differential Manchester Encoding) แทนรหัสไบนารี "0" และ "1" ที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ความเร็วในการส่งข้อมูลในสายเคเบิลสูง 4 ล้านบิตต่อวินาที(รุ่นใหม่ออกมามีความเร็วถึง 16 ล้านบิตต่อวินาที) เมื่อไม่มีผู้ใดต้องการส่งข้อมูลในเน็ตเวิร์ค วงแหวนจะอยู่ในสภาพว่าง แต่ละสถานีหรือจุดในเน็ตเวิร์คก็จะส่งโทเกนวิ่งวนไปในวงแหวนตลอดเวลา ถ้ามีจุดใดต้องการส่งข้อมูลจุดนั้นจะต้องรอให้โทเกนวิ่งมาถึงตัวเองก่อน จากนั้นก็จะตรวจสอบลำดับความสำคัญ (Priority) ว่ามีผู้อื่นที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าต้องการส่งข้อมูลหรือเปล่า ถ้าไม่มีมันก็จะเปลี่ยนโทเกนเป็นข้อมูลที่ต้องการส่งทันที ในการส่งข้อมูลไปยังผู้รับนั้น ผู้ส่งอาจเปลี่ยนใจยกเลิกการส่งข้อมูลนั้นก็ได้โดยส่งสัญญาณยกเลิกการส่งข้อมูล ตามหลังข้อมูลนั้นไปทันทีผู้รับจะทราบว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นถูกยกเลิกแล้วก็จะทิ้งข้อมูลไป สัญญาณยกเลิกการส่งข้อมูลประกอบด้วยตัวบอกเริ่มต้นข้อมูลและตัวบอกจบข้อมูลอยู่ติดกันนั่นเอง การกำหนดหมายเลขประจำเครื่องของ โทเกนริงเน็ตเวิร์คนั้นกำหนดตามมาตรฐาน IEEE 802.5 หมายเลขประจำเครื่องจะมีขนาด 6 ไบต์มาตรฐาน และเท่ากับมาตรฐานอื่นๆที่กำหนดโดย IEEE ผู้ใช้อาจเลือกใช้หมายเลขประจำเครื่องขนาด 2 ไบต์ สำหรับเน็ตเวิร์คขนาดเล็กก็ได้เช่นกันหมายเลขประจำตัวผู้ส่งและหมายเลขประจำตัวผู้รับนั้น ยังมีข้อมูลอื่นๆประกอบอยู่อีกคือ ข้อมูลการส่งไปยังวงแหวนอื่น ในกรณีที่เน็ตเวิร์คมีมากกว่าหนึ่งวงแหวน เมื่อผู้ส่งต้องการให้ข้อมูลของตัวเองส่งต่อไปยังทุกวงแหวนที่ต่ออยู่ ก็จะเปลี่ยนบิตการส่งต่อนี้เป็น "1" ข้อมูลก็จะถูกส่งต่อไปยังทุกวงแหวนตามที่ต้องการไม่ถูกส่งไปเฉพาะให้ผู้รับเท่านั้น ในหมายเลขประจำตัวผู้รับก็อาจเพิ่มเติมข้อมูลบางอย่างไปได้เช่นเดียวกันเช่นกำหนดให้ผู้รับเป็นตัวไฟล์เซิร์ฟเวอร์ ผู้รับเป็นกลุ่มที่ต้องการหรือให้ทุกๆคนในเน็ตเวิร์ครับข้อมูลนี้ด้วยเป็นต้น ทำให้การใช้งานโทเกนริง เน็ตเวิร์คมีขีดความสามารถสูง เฟรมข้อมูลของโทเกนริง เน็ตเวิร์คแสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ 9 ส่วน จะสังเกตุเห็นว่ามีส่วนที่ใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาดในการส่งรวมอยู่ด้วย

ในการทำงานปรกติ โทเกนริง เน็ตเวิร์คจะเลือกตัวที่มีหมายเลขประจำเครื่องสูงที่สุดเป็นตัวที่มีหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณในเน็ตเวิร์ค หรือแอคทีฟมอนิเตอร์ เมื่อกำหนดตัวที่จะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบได้แล้ว เครื่องที่ถูกกำหนดจะทำการเคลียร์วงแหวนและส่งโทเกน ออกวิ่งวนในวงแหวนเพื่อเริ่มการทำงานต่อไปเครื่องที่ถูกกำหนดเป็นตัวตรวจสอบนี้จะมีหน้าที่พิเศษหลายอย่างเพื่อตรวจสอบและควบคุมสัญญาณในเน็ตเวิร์ค เช่น จะทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการส่งข้อมูลภายในวงแหวน เครื่องอื่นๆในวงแหวนจะรับสัญญาณจากเครื่องที่เป็นตัวตรวจสอบ และปรับสัญญาณนาฬิกาให้ตรงกับตัวตรวจสอบนี้เสมอ นอกจากนี้เครื่องที่เป็นตัวตรวจสอบยังทำหน้าที่คอยเช็คว่า โทเกนวิ่งวนในวงแหวนตามปรกติหรือไม่ โดยที่เมื่อตัวตรวจสอบเริ่มส่งโทเกนออกวิ่งในวงแหวน มันจะคอยตรวจดูว่ามีโทเกนหรือข้อมูลถูกส่งกลับมาภายใน 10 มิลลิวินาทีหรือไม่ถ้าเกิดเหตุผิดปรกติคือ ไม่มีอะไรวิ่งวนกลับมาเลย มันจะทำการเคลียร์วงแหวนและทำการส่งโทเกนออกไปใหม่การเดินสายเคเบิลของโทเกนริง นั้นจะมีระยะทางไกลไม่เกินกว่าเวลาที่โทเกนขนาด 24 บิตจะเดินทางไปถึง คือในแต่ละจุดจะอยู่ไกลกันเกินกว่าสัญญาณไฟฟ้า 24 บิตของโทเกน ค้างอยู่ในสายเคเบิลทั้งโทเกนไม่ได้หรือมองง่ายๆว่าผู้เริ่มส่งโทเกนออกไปครึ่งหนึ่งหรือ 12 บิตผู้รับควรจะได้รับบิตแรกแล้ว ผู้รับยังไม่ได้รับโทเกนเลย เนื่องจากสัญญาณยังเดินมาไม่ถึงระยะทางดังกล่าวนี้จะประมาณ 300 เมตร ระหว่างจุดต่อจุดในเน็ตเวิร์ค

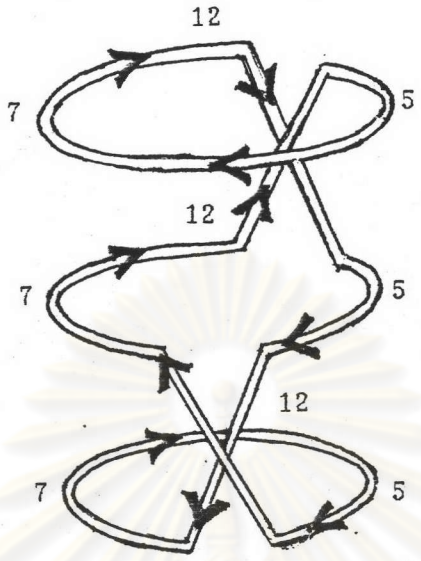
3.4 การกำหนดลำดับความสำคัญ (Lefkon 1987)

ในระบบเน็ตเวิร์คอื่นๆทุกจุดที่ต่ออยู่ในเน็ตเวิร์คจะมีสิทธิ์ และลำดับความสำคัญในการส่งข้อมูลเท่าเทียมกันทุกจุด ดังนั้นถ้าหากมีใครต้องการส่งข้อมูลโดยด่วนหรือมีเหตุฉุกเฉินก็ไม่สามารถส่งข้อมูลออกไปด่วนอย่างที่ต้องการได้ อย่างเช่นในอีเทอร์เน็ต เน็ตเวิร์คถ้ามีปริมาณการส่งสูง ผู้ส่งก็จะต้องรอจนกว่าเน็ตเวิร์คจะว่างทำให้ข้อมูลเร่งด่วนหรือข้อมูลฉุกเฉินไปถึงปลายทางได้ช้าลง งานบางอย่างเช่นงานควบคุมต่างๆการส่งข้อมูลฉุกเฉินไปถึงปลายทางช้าอาจหมายถึงอาจหมายความเสียหายมหาศาลได้ ระบบเน็ตเวิร์ค

แบบบัส เช่น อีเทอร์เน็ต จึงไม่เหมาะกับงานประเภทนี้ บางเน็ตเวิร์คอย่างเช่น ARCnet ซึ่งมีการทำงานลักษณะผสม คือ ทุกๆจุดมีโอกาสที่จะส่งข้อมูลได้แน่นอนเมื่อถึงรอบของตัวเอง แต่ก็ไม่มีทางแซงคิวผู้อื่นได้ เพื่อที่จะส่งข้อมูลฉุกเฉินไปยังผู้รับทันทีทันใด โทเคนริงเน็ตเวิร์คจึงจัดเป็นเน็ตเวิร์คที่มีคุณสมบัติเฉพาะในเรื่องนี้ คือสามารถกำหนดลำดับความสำคัญ ในการส่งข้อมูลได้ ลำดับความสำคัญอาจมีได้หลายระดับ แต่ละระดับความสำคัญจะเป็นเหมือนวงแหวนที่ซ้อนกันอยู่ในเน็ตเวิร์ค ลำดับความสำคัญในการส่งข้อมูลถูกควบคุมด้วยส่วนที่เรียกว่า AC(Access-Control Field) ในเฟรมข้อมูลของเน็ตเวิร์ค ผู้ที่ต้องการส่งข้อมูลฉุกเฉินจะต้องจองการส่งข้อมูลครั้งถัดไปเสียก่อนใน AC ฟิลด์ รอบต่อไปจึงจะส่งข้อมูลได้ตามต้องการ ผู้ที่มีลำดับต่ำกว่าจะต้องรอเสมอ



รูปที่ 3.6 แสดงการใช้ลำดับความสำคัญในการส่งข้อมูล (Lefkon 1987)



รูปที่ 3.7 ลำดับความสำคัญของข้อมูลจะซ้อนกันได้หลายชั้นแต่ละชั้นก็มีคิวของตัวเอง (Lefkon 1987)

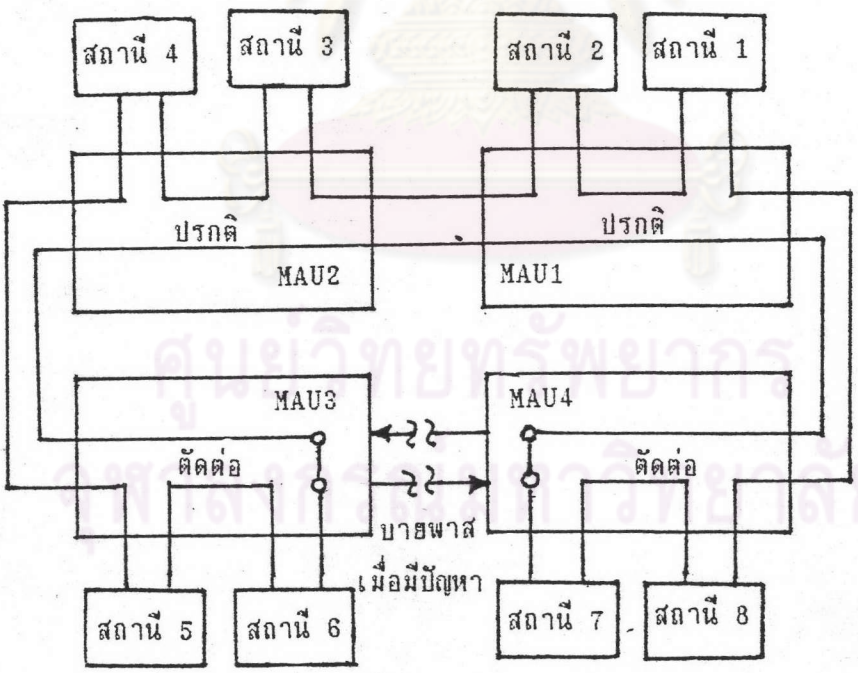
เมื่อจุดใดจุดหนึ่งในเน็ตเวิร์คส่งข้อมูลออกไป มันจะตรวจสอบ AC ฟิลด์ เวลาข้อมูลนั้นวนกลับมาถึงตัวเองอีกครั้งหนึ่ง ถ้าบิตการจองข้อมูลใน AC ฟิลด์ เปลี่ยนไป คือมีค่าสูงกว่าเดิมแสดงว่ามีผู้ต้องการส่งข้อมูลด่วนขอจองการส่งครั้งต่อไป ตัวข้อมูลนั้นก็จะส่งโทเคนที่มีลำดับความสำคัญเท่าที่มีคนจองออกไปในวงแหวน โทเคนนี้จะวิ่งวนไปผ่านจุดต่างๆตามปรกติ แต่จุดที่จะใช้โทเคนในการส่งข้อมูล ได้จะต้องเป็นจุดที่มีลำดับความสำคัญเท่ากับหรือมากกว่าที่ปรากฏในโทเคนเท่านั้น เมื่อโทเคนวิ่งมาถึงจุดขอจองการส่งเอาไว้ จุดนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลออกไปได้ตามต้องการ รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการใช้ลำดับความสำคัญในการส่งข้อมูล ในที่นี้สมมุติให้วงแหวนประกอบด้วยจุด 3 จุดคือจุดที่ 5,7 และ 12 ขณะที่จุดที่ 5 ทำการส่งข้อมูลในวงแหวนอยู่นั้น กรณีปรกติเมื่อจุดที่ 5 ส่งข้อมูล

เสร็จ จุดที่ 7 จะเป็นจุดต่อไปที่มีสิทธิ์ส่งข้อมูล แต่เนื่องจากจุดที่ 12 ต้องการส่งข้อมูลด่วน จุดที่ 12 จึงขอจองการส่งข้อมูลครั้งต่อไปโดยเปลี่ยนค่า R ใน AC ฟิลด์ เป็นลำดับความสำคัญเท่ากับสาม เมื่อข้อมูลของจุดที่ 5 วนกลับมาถึงตัวมันเองอีกครั้งหนึ่ง มันจะรู้ว่ามีผู้ต้องการส่งข้อมูลด่วนโดยมีลำดับความสำคัญเท่ากับสาม มันก็เปลี่ยนค่า P ใน AC ฟิลด์ เป็นสามและเคลียร์ค่า R กลับเป็นศูนย์ตามเดิม เมื่อโทเคนนี้วิ่งมาถึงจุดที่ 7 จุดที่ 7 ก็จะใช้โทเคนนี้ส่งข้อมูลไม่ได้เนื่องจาก โทเคนมีลำดับความสำคัญสูงกว่า มันจึงส่งโทเคนนี้ต่อไปให้จุดที่ 12 จุดที่ 12 ก็จะใช้โทเคนนี้ทำการส่งข้อมูลจนจบจุดที่ 12 ยังคงส่งโทเคนที่มีลำดับความสำคัญเท่ากับสามไปให้จุดที่ 5 จุดที่ 5 เมื่อได้รับโทเคนนี้มันรู้ว่าตัวเองคือ คนส่งโทเคนลำดับความสำคัญเท่ากับสามออกไป มันก็จะเปลี่ยนลำดับความสำคัญให้กลับเป็นศูนย์ตามเดิมและปล่อยให้โทเคนวิ่งในวงแหวนต่อไป จุดที่ 7 ก็จะใช้โทเคนนี้ส่งข้อมูลได้

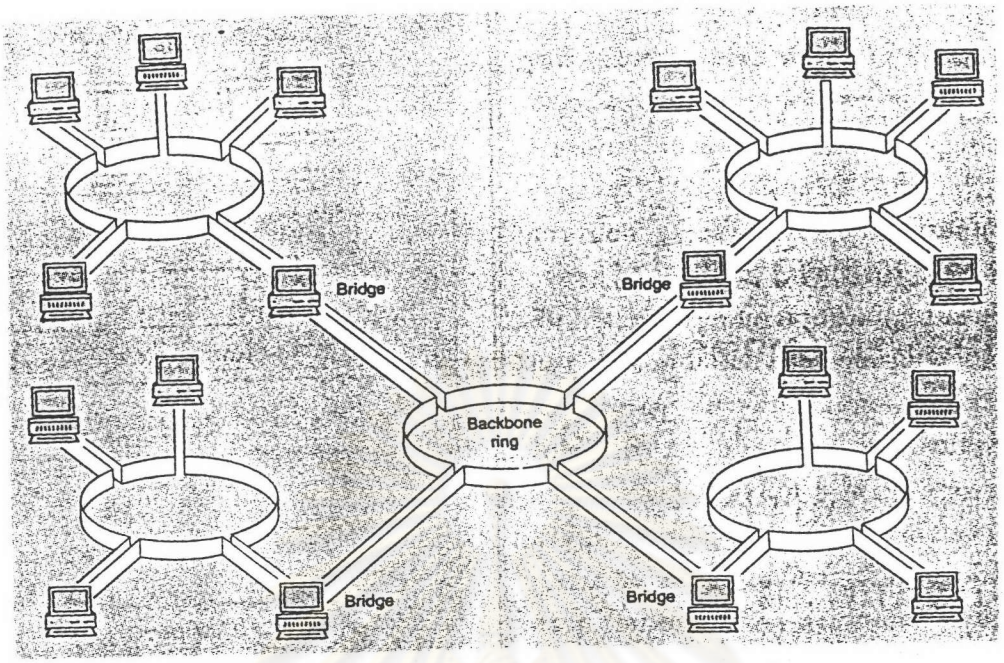
การมีลำดับความสำคัญในเน็ตเวิร์คของโทเคนริงนี้ มีข้อดีหลายอย่าง คือ จุดใดเป็นผู้สร้างโทเคน ที่มีลำดับความสำคัญสูง จุดนั้นจะเป็นผู้เปลี่ยนลำดับความสำคัญลงมาตามเดิมเสมอ ทำให้จุดที่มีที่มีความสำคัญต่ำกว่ายังคงมีการส่งข้อมูลตามเดิมในระดับต่ำเท่ากัน ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ การที่จุดใดเป็นตัวสร้างโทเคน ลำดับความสำคัญสูงออกไปเป็นผู้เปลี่ยนลำดับความสำคัญลงมาตามเดิม ทำให้การมีลำดับความสำคัญในการส่งข้อมูลซ้อนกันหลายลำดับก็เป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3.7 และการหาข้อผิดพลาดในเน็ตเวิร์คก็ทำได้ง่ายเช่นกัน ในโทเคนริงเน็ตเวิร์คนี้อาจมีลำดับความสำคัญในการส่งข้อมูลได้สูงสุดถึง 7 ลำดับ แต่ละลำดับในการส่งข้อมูลก็จะมีคิวการส่งข้อมูลที่แน่นอนไม่เกี่ยวข้องกับลำดับอื่นๆ และถ้าจุดที่มีลำดับความสำคัญสูงต้องการส่งข้อมูลในเน็ตเวิร์ค มันก็จะได้ข้อมูลทันทีตามต้องการ ไม่ต้องแย่งกันส่งเหมือนระดับเน็ตเวิร์คแบบบัส

ในกรณีที่เครื่องเสีย เราอาจตัดเครื่องนั้นออกจากวงแหวนได้โดยวงแหวนไม่ขาดดังที่กล่าวไว้แล้ว โทเคนริงยังมีความสามารถในการตรวจสอบข้อผิดพลาดของการส่งข้อมูลได้อีก เราจะเห็นว่าข้อมูลในวงแหวนจะถูกส่งผ่านแต่ละจุดวนไปเรื่อยๆจนกลับที่

เดิม ในขณะที่ข้อมูลวิ่งผ่านไปยังจุดต่างๆหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จุดที่ตรวจพบก็จะเซ็ตตัวบอกเอาไว้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นแล้ว และจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดจะถูกเก็บเอาไว้ในแต่ละจุดด้วย ผู้ควบคุมเน็ตเวิร์คอาจดึงข้อมูลเหล่านี้มาหาจุดข้อบกพร่องของสายเคเบิลในเน็ตเวิร์คได้ว่าช่วงใดเกิดข้อผิดพลาดมากที่สุดและซ่อมจุดนั้นให้เรียบร้อย ถ้าในวงแหวนมี MAU ต่ออยู่หลายตัวในเน็ตเวิร์ค เส้นทางเดินของสายเคเบิลก็จะมีเส้นทางสำรองให้ใช้ได้หากเกิดสายเสียขึ้นในวงแหวนดังรูปที่ 3.8 ซึ่งเส้นทางระหว่าง MAU3 กับ MAU4 เสียหายเราเพียงแต่เปลี่ยนเส้นทางของสายเคเบิลใหม่ให้วนดังรูป โดยตัดสายเคเบิลที่เชื่อมระหว่าง MAU3 และ MAU4 ออกไป และต่อสายที่ตัดออกเข้ากับเส้นทางสำรองเพียงเท่านี้ระบบเน็ตเวิร์คก็สามารถทำงานตามปรกติได้ ซึ่งเป็นข้อดีของโทเกนริง เน็ตเวิร์ค กรณีนี้เรายังคงต้องใช้คนเพื่อตัดต่อทางเดินของสายเคเบิลใหม่ แต่ถ้าที่ MAU มีฟังก์ชั่นควบคุมทางเดินของสายเคเบิลเราอาจใช้คำสั่ง สั่งให้ MAU ตัดต่อเส้นทางเดินของสายเคเบิลใหม่ โดยไม่ต้องให้คนเข้าไปจัดการเลยก็ได้



รูปที่ 3.8 การต่อสายเคเบิลที่มี MAU มากกว่า 1 ตัว
(Halsall 1989)



รูปที่ 3.9 เมื่อมีบริดจ์หลายๆตัวต่อกันเป็นวงแหวน
(Lefkon 1987)

ในระบบเน็ตเวิร์คนั้น การใช้งานมักจะมีมากกว่าหนึ่งเน็ตเวิร์ค มาต่อเข้าด้วยกัน เมื่อเริ่มใช้งานใหม่ๆก็ใช้เพียงเน็ตเวิร์คเพียงวงเดียวก่อน จากนั้นก็ขยายการใช้งานออกไปเรื่อยๆ และนำเน็ตเวิร์คเข้าไปต่อเข้ากับเน็ตเวิร์ควงอื่นๆการต่อเน็ตเวิร์ควงหนึ่งเข้ากับเน็ตเวิร์ควงอื่น จำเป็นต้องมีตัวเชื่อมเพื่อส่งผ่านข้อมูลไปมาระหว่างเน็ตเวิร์ค ตัวเชื่อมต่อนี้เราเรียกว่า บริดจ์(Bridge) ซึ่งที่จริงแล้วบริดจ์ก็คือจุดที่อยู่บนเน็ตเวิร์คสองวงพร้อมๆกันนั่นเอง ตัวบริดจ์จะทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลไปมาระหว่างเน็ตเวิร์คทั้งสองวง วงแหวนทั้งสองก็จะมีการทำงานเหมือนเป็นวงแหวนเดียวกัน ในระบบเน็ตเวิร์คที่มีขนาดใหญ่มากๆจะมีวงแหวนหลายวงมาต่อเข้าด้วยกันดังรูปที่ 3.9 วงแหวนที่บริดจ์มาต่อเข้าด้วยกันเรียกว่า แบ็กโบนริง (Backbone Ring) หรือ วงแหวนหลักวงแหวนหลักนี้ จะทำให้วงแหวนทุกวงส่งข้อมูลถึงกันได้หมดโดยผ่านบริดจ์แต่ละตัว โครงสร้างนี้จะคล้ายกันไม่ว่าเน็ตเวิรคนี้จะเป็นแบบโทเกนริง หรือแบบบัสอื่นๆส่วนที่ต่อเข้ากับบริดจ์ อาจจะเป็นเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ มินิคอมพิวเตอร์หรือเน็ตเวิร์คก็ได้