

# อีเธอร์เน็ต 10 กิกะบิต ใช้งานกับ SONET ได้

“  
**สเปคของอีเธอร์เน็ต  
10 กิกะบิตไม่ได้ระบุเพียง-  
แค่การส่งข้อมูลขนาด  
กิกะบิตไปยังเครื่องตั้งโต๊ะ-  
เท่านั้น แต่ยังสามารถใช้-  
เป็นสะพานเชื่อมช่องว่าง-  
ระหว่างการสื่อสารข้อมูล  
กับการสื่อสาร  
โทรคมนาคมด้วย.**  
”

อีเธอร์เน็ต 10 กิกะบิตได้นำอี-เธอร์เน็ตไปสู่ความมีประสิทธิภาพในระดับใหม่ สเปคแรงดันซึ่งมีกำหนดจะอนุมัติในกลางปี 2002 มีพื้นฐานอยู่บน 802.3 Ethernet MAC มีข้อแตกต่างที่สำคัญเพียงไม่กี่ประการ ตัวอย่างเช่น 10GE (อีเธอร์เน็ต 10 กิกะบิต) สนับสนุนการทำงานเฉพาะไฟเบอร์ออปติกเท่านั้น (ไม่สนับสนุนทองแดง) และทำงานในโหมด full-duplex (การทำงานในโหมด full-duplex หมายถึงว่า จำเป็นต้องใช้โปรโตคอลที่มีการตรวจจับการชนกันของข้อมูล) ความแตกต่างที่สำคัญที่สุดประการหนึ่ง คือ 10GE สนับสนุนการทำงานของ SONET ซึ่งหมายความว่า 10GE ไม่เพียงแต่

จะเริ่มบุกตลาด OC-192 SONET เท่านั้น แต่ 10GE ยังสามารถริเริ่มให้บริการเป็นสะพานทางเชื่อมของ WAN ระหว่างเน็ตเวิร์กข้อมูลกับเน็ตเวิร์กของเสียงอีกด้วย

สเปคของ 10GE สัญญาว่าจะพิสูจน์ OC-192 ให้ผู้ที่ซื้อกังขาได้ทราบปัจจัยที่เป็นแรงผลักดัน 2 ข้อสำหรับเทคโนโลยีนี้ คือ ต้นทุนอุปกรณ์ต่ำและต้นทุนในการเป็นเจ้าของต่ำ เนื่องจาก 10GE มีเป้าหมายในระยะทางที่สั้นกว่า OC-192 สเปคนี้จึงมีข้อพวณคล้ายหลายๆ อย่างซึ่งจะลดข้อจำกัดในการออกแบบ นอกจากนี้ 10GE ยังครอบคลุมแอปพลิเคชันมากกว่า OC-192 เนื่องจากวางบทบาทตัวเองอยู่ในระดับเอ็นเตอร์ไพรส์ ด้วยโซลูชันนี้จะทำให้ได้สินค้าในปริมาณมากขึ้นซึ่งจะทำให้ต้นทุนต่ำลงกว่าที่ SONET ทำอยู่

สำหรับภาพรวมในทางเทคนิคของมาตรฐาน 10GE ที่ประกอบด้วยคำอธิบายถึงเลเยอร์ต่าง ๆ PMD และ PCS นั้น พันธมิตรของ 10GE ได้จัดทำเอกสารปกขาวที่กล่าวถึง 10GE ในโหมดต่างๆ ถ้าคุณเชื่อม SONET กับ 10GE เข้าด้วยกัน ความท้าทายที่สุดในการออกแบบจะอยู่ที่เลเยอร์ PHY กับ MAC ในทางเทคนิคแล้ว OC-192 ใช้ framer มากกว่าที่จะใช้ MAC อย่างไรก็ตาม เมื่อคุณผ่านขั้นตอนของ MAC หรือ framer

ไปแล้ว คุณจะต้องเจาะลึกลงไปถึงข้อมูลและปัญหาในการประมวลผลข้อมูลเกือบจะเป็นปัญหาเดียวกับของแอปพลิเคชัน คุณลักษณะแพร่พิท (การเดินทางของข้อมูล) ซึ่งหมายถึงประเภทของแพร่พิทและขนาดของแพ็คเก็ตและเฟรม ก็มีความแตกต่างกัน แต่โปรโตคอลไม่มีความเอนเอียงหรืออคติอีกต่อไป

ความแตกต่างที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งระหว่าง 10GE กับ OC-192 คือ อัตราข้อมูล SONET ใช้การเข้ารหัสแบบ 64B/66B ซึ่งให้อัตราข้อมูลแบบอนุกรมที่ต่างไปจากของอีเธอร์เน็ตซึ่งใช้การเข้ารหัสแบบ 8B/10B สมมุติให้ทรานซีฟเวอร์ตัวหนึ่งสามารถให้อัตราข้อมูลอนุกรมที่ถูกต้อง ซึ่งจะต่างกันออกไปตามอัตราข้อมูลจริงของมาตรฐานและวิธีการเข้ารหัส (8B/10B หรือ 64B/66B) ดังนั้นทรานซีฟเวอร์ตัวเดียวกันนี้จะสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดต่างๆ ที่แตกต่างกัน และผลที่ได้ก็คือ ทรานซีฟเวอร์ 10 กิกะบิตบางตัวจะสามารถให้อัตราข้อมูลได้ช่วงหนึ่งและมีตลาดเป้าหมายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะรวมทั้ง OC-192 และ 10GE และแม้แต่ InfiniBand และ Fibre Channel

ยกตัวอย่างเช่น PCM-Sierra ได้เสนอทรานซีฟเวอร์ QuadPHY II ซึ่งทำงานได้ที่ 2.125 ถึง 3.125 กิกะบิตต่อวินาที ตัว

QuadPHY II เป็นอุปกรณ์แบบขนาน แบ่งสายข้อมูล 10 กิกะบิตต่อวินาทีออกเป็น 4 สายวิ่งไปบนไฟเบอร์ 4 เส้นที่แยกออกจากกัน และลดความซับซ้อนของการออกแบบที่เป็นสัญญาณอนุกรม 10 กิกะบิตต่อวินาที (ซึ่งทำงานได้เร็วเท่ากับ 12.5 กิกะบิตต่อวินาทีสำหรับ 10GE ที่มีการเข้ารหัส 8B/10B) ไปเป็นสัญญาณแบบขนาน 3.125 กิกะบิตต่อวินาที พิวเจอร์คานาพิกาจะประกอบด้วย recovery, synthesis และ deskewing ในขณะที่ TLK3104SA แบบ 4 พอร์ตจาก Texas Instruments นั้นแต่ละพอร์ตทำงานได้ที่ 2.5 ถึง 3.125 กิกะบิตต่อวินาที ซึ่งทำได้ทั้งใช้งาน 4 พอร์ตรวมกันให้เป็นเหมือนพอร์ตเดียวหรือแยกใช้งานแต่ละพอร์ตโดยอิสระก็ได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ตัวนี้ยังมีส่วนที่สามารถโปรแกรมได้เพื่อเพิ่มสัญญาณสำหรับความเป็นเอกภาพของสัญญาณที่สูงขึ้นไปบนระยะทางที่ไกลขึ้น

**XAUI หรือ XGMII ?**

ข้อแตกต่างที่สำคัญข้อหนึ่งของทรานซีฟเวอร์ทั้งหลายคืออินเทอร์เฟซของ MAC ทรานซีฟเวอร์ของ PMC-Sierra ใช้สัญญาณ XGMII จาก Ethernet MAC ในขณะที่ทรานซีฟเวอร์ BCM8701 10 เมกะบิตของ Broadcom ใช้อินเทอร์เฟซ XAUI ทั้งนี้ XGMII เป็นอินเทอร์เฟซอย่างกว้างที่มีความเร็วต่ำ (74 สัญญาณ กล่าวคือ 32 รับ และ 32 ส่ง) ซึ่งคุณอาจใช้ในการเชื่อมต่อ Ethernet MAC กับ PHY ขอจำกัดอย่างหนึ่งของ XGMII คือ มีความยาวสูงสุดได้เพียง 3 นิ้ว เพื่อให้ได้ระยะทางที่ไกลกว่านี้

สเป็คของ GE10 แนะนำให้ใช้ XAUI ซึ่งเป็นอินเทอร์เฟซ 4 บิต ในการต่อเพิ่มให้ยาวขึ้นหรือใช้แทนอินเทอร์เฟซ XGMII ไปเลย สำหรับ XAUI มีความยาวสูงสุด 20 นิ้ว สามารถข้ามผ่าน backplane สำหรับแอปพลิเคชันที่ PHY และ MAC ต้องการให้อยู่บนบอร์ดแยกต่างหากจากกัน

ในระยะยาว XAUI จะกลายเป็นอินเทอร์เฟซที่จำเป็น เนื่องจากมันใช้พื้นที่เพียงไม่กี่พัน ทำงานได้ในระยะที่ไกลกว่า และใช้กำลังไฟน้อยกว่า XAUI ใช้การเข้ารหัส 8B/10B ในการรักษาความเป็นเอกภาพของสัญญาณ (มีข้ออธิบายเกี่ยวกับการเข้ารหัส 8B/10B เพื่อตัดโอเวอร์เฮดในการเข้ารหัส) รวมถึงการมีนาฬิกาของตัวเอง การชดเชยความเพี้ยนของมัลติบิต การตรวจจับความผิดพลาด และแยกข้อบกพร่อง (fault) ออกไป นอกจากนี้ XAUI ยังเทียบเท่ามาตรฐานที่ InfiniBand, 10G Fibre Channel และ backplane-interconnect technologies ใช้ อย่างไรก็ตาม ผู้ขายทรานซีฟเวอร์และอุปกรณ์ชิ้นต่าง ๆ หลายรายได้ตัดสินใจที่จะสนับสนุนอินเทอร์เฟซ XGMII ในช่วงแรกก่อน เนื่องจากเป็นอินเทอร์เฟซที่เป็นที่คุ้นเคยมากกว่า (เนื่องจาก มันอยู่บนพื้นฐานของ GMII) และด้วยอัตราที่ต่ำกว่าทำให้รักษาความเป็นเอกภาพของสัญญาณได้ง่ายกว่า อย่างไรก็ตาม ดูเหมือนจะยุ่งเข้าไปอีกเมื่อ XSBI ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือจากที่จะเลือกระหว่าง XGMII หรือ XAUI ถ้าวางอิงจากอินเทอร์เฟซ SPI-4 ของ Optical Internet-working Forum บัสของมันจะแคบกว่า XGMII (16 เลนส์ที่ 622 ถึง 645

เมกะบิตต่อวินาที) แต่มันสนับสนุนการทำงานในระยะไกลกว่า

สำหรับอุปกรณ์ที่เป็นออฟติก การเลือกของอินเทอร์เฟซเป็นสิ่งที่สำคัญ ถ้ามี MAC อยู่บนอุปกรณ์นั้น อินเทอร์เฟซที่สำคัญของวิศวกรคืออินเทอร์เฟซแยกอุปกรณ์ออกจากการ์ดเส้น (line card) ซึ่งผู้ผลิตอุปกรณ์เป็นผู้กำหนด อย่างไรก็ตาม อินเทอร์เฟซจะต้องสามารถผ่านการตรวจดูและข้อมูลความผิดพลาดจาก MAC ออกไปสู่อุปกรณ์ได้ สำหรับกรณีที่ MAC ไม่ได้อยู่บนอุปกรณ์ อินเทอร์เฟซที่แยกออกจากอุปกรณ์จะต้องเป็น XGMII, XSBI หรือ XAUI เพื่อเหตุผลในเรื่องเข้ากันได้ สำหรับอุปกรณ์ที่เล็กลงมาที่ต้องการตัวเชื่อมต่อกับพื้นที่ติดตั้งที่เล็กลง XGMII ใช้พื้นที่จำนวนมากเป็นใยดีเคาะ ในกรณีที่ระยะทางสั้น ๆ จากตัวเชื่อมต่อไปยัง MAC นั้น การเข้ารหัส 8B/10B อาจไม่จำเป็น และคุณควรไม่เชื่อมั่นเมื่อคุณใช้ XAUI นอกจากนี้ เนื่องจาก MAC จำนวนมากไม่สนับสนุน XAUI คุณอาจจำเป็นต้องแปลงจาก XAUI ไปเป็น XGMII ด้วยชิพอีกตัวหนึ่งที่เป็นสะพานเชื่อม เช่น BCM8011 จาก Broadcom

แต่โซครายที่สเป็คที่จะใช้กับตัวเชื่อมต่อนั้นขนาดนี้ก็ไม่ชัดเจน MSA (multisource agreements-ข้อตกลงเรื่องแหล่งที่มาหลายแหล่ง) สำหรับอุปกรณ์ 10 กิกะบิตในส่วนหลักกำหนดให้เป็นตัวเชื่อมต่อที่มีพิน 200 หรือ 300 พิน อุปกรณ์ 10GE รุ่นก่อน ๆ อาจทำตาม MSA เหล่านี้ด้วยเหตุผลในทางการตลาดหรือเพื่อความเข้ากันได้ ในปัจจุบัน MSA หลายข้อที่ครอบคลุม

**การมาของ VCSEL**  
สเป็ค 10GE สนับสนุนการทำงานกับเลเซอร์หลายล้านแสง และไฟเบอร์แบบโหมดเดียวและหลายโหมด ไฟเบอร์แบบหลายโหมดสนับสนุนกับการนำไปใช้ในพื้นที่ยาว เนื่องจากมันสามารถจับคู่ LED ได้ ซึ่งไม่เหมือนกับไฟเบอร์ในแบบโหมดเดียว โดยทั่วไป วิศวกรจะใช้ไฟเบอร์แบบโหมดเดียวสำหรับการเชื่อมต่อแบบ long-haul ซึ่งได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับแสงที่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งต้องใช้เลเซอร์ที่มีราคาแพงมากขึ้น ในปัจจุบันทั้งเลเซอร์และไฟเบอร์สำหรับไฟเบอร์แบบโหมดเดียวมีราคาแพงกว่าส่วนประกอบของไฟเบอร์แบบหลายโหมด อย่างไรก็ตาม การมาของ VCSEL ได้เปลี่ยนกระดานเกมนี้โดยสิ้นเชิง  
เทคโนโลยี VCSEL ได้ลดต้นทุนของเลเซอร์สำหรับแอปพลิเคชันแบบโหมดเดียว VCSEL มีข้อดีในการยอมให้นักออกแบบใส่มันลงบนไอซี ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่ที่จะวาง transponder เมื่อต้นทุนของไฟเบอร์ต่ำลงและเป็นการประหยัด คุณก็สามารถทำงานได้โดยใช้ VCSEL โดยที่ข้อดีในเรื่องการใช้งานได้ในระยะไกลขึ้นทำให้สเป็ค 10GE ในแบบโหมดเดียวน่าสนใจขึ้นมากทีเดียว.

การใช้ XAUI เป็นเรื่องที่กำลังคุยกันอยู่ ซึ่งรวมถึง XGP ด้วย MSA ในเรื่องมาตรฐาน SFP ที่ใช้สำหรับ IGE นั้นกำลังอยู่ในระหว่างพิจารณาใช้ตัวเชื่อม 50 พินในแกน z กับ XAUI ซึ่งมีความเหมาะสมมากกว่าสำหรับพื้นที่ติดตั้งขนาดเล็กของส่วนประกอบออปติกแบบ VCSEL ใช้งานในระยะสั้น โดยเฉพาะกับแอปพลิเคชันในอนาคตที่มี 10GE หลาย ๆ ตัวบนบอร์ดเดียวกัน

การตัดสินใจที่สำคัญเรื่องหนึ่ง คือ จะใช้สายข้อมูล 10 กิกะบิตผ่านคอนฟิกแบบไหน ระหว่าง แบบอนุกรม แบบขนาน หรือแบบ coarse การใช้งานแบบอนุกรม (1 สายข้อมูล 10 กิกะบิต) ต้องการเพียงไฟเบอร์ 1 เส้น เลเซอร์ 1 ลำแสง และ optoelectronic 1 ชุดเท่านั้น ดูเหมือนในที่สุดแล้ว แบบนี้จะเป็นผู้ชนะในระยะยาว โดยเฉพาะเมื่อระบบ 40 กิกะบิตขึ้นเริ่มต้นประกอบด้วยท่อ 10 กิกะบิต 4 ท่อขนานกัน อย่างไรก็ตาม แม้วความต้องการแบบอนุกรมจะสูงขึ้น แต่การใช้งานแบบขนานและแบบ coarse ก็มีข้อดีในเรื่องต้นทุนชั่วคราว คือ 4 เลเซอร์ที่วิ่งที่ 2.5 กิกะบิตถูกกว่า 1 เลเซอร์ที่วิ่งที่ 10 กิกะบิต นอกจากนี้ ต้นทุนจำนวนมากอยู่ที่ระบบย่อยทางไฟฟ้าที่มีความเร็วสูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแหล่งต้นทุนที่สูงแหล่งใหญ่ของแบบอนุกรม อย่างไรก็ตาม ต้นทุนนี้ไม่ใช่ต้นทุนพื้นฐาน มันเป็นเพียงค่าเทคโนโลยีที่เพิ่งเกิดใหม่ซึ่งควรจะลดลงเมื่อปริมาณเพิ่มขึ้น

การทำงานของทั้งแบบขนานและแบบ coarse ใช้ 4 สายสัญญาณแทนที่จะเป็น 1 สายสัญญาณขนาด 10 กิกะบิต ความแตกต่างระหว่าง 2 แบบนี้ คือ แบบขนานใช้ 4 ไฟเบอร์ แต่ CWDM (coarse-wave-length-division multiplexing) ใช้ 4 ความยาวคลื่นบนไฟเบอร์เส้นเดียว ไฟเบอร์อีก 3 เส้นนั้นก็คือต้นทุนที่เพิ่มขึ้น (ซึ่งไม่มากในแอปพลิเคชันที่ทำงานในระยะสั้น ๆ) และตัวเชื่อมต่อก็จะใช้พื้นที่บนบอร์ดน้อยกว่ามาก แต่หา

ข้อเสียของ CWDM คือการที่มันต้องใช้เลเซอร์ 4 ลำแสงที่มีความยาวคลื่นต่างกัน (ซึ่งตรงข้ามกับการใช้ 4 เลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นเท่ากัน) นอกจากนี้ยังมีต้นทุนเพิ่มเติมของการรวมหรือแยกส่วนประกอบ ผู้สนับสนุน CWDM 10 เมกะบิตบางรายได้ถอยกลับไปแล้ว ทำให้ดูเหมือนว่าจะเหลือคู่แข่งที่เพียงแบบอนุกรมกับแบบขนานเท่านั้น

ยกตัวอย่างเช่น Network Elements จะเสนอตัวมัลติโปรโตคอลที่สามารถทำให้การ์ดเส้น 1 การ์ดรองรับการทำงานได้ทั้งแบบ 10GE และ POS 10 กิกะบิต การคอนฟิกอุปกรณ์สำหรับแต่ละโปรโตคอลต้องการการ์ดเส้นที่จัดเตรียมการอ้างอิงนาฬิกาที่เหมาะสม - และแตกต่างกัน - ซึ่งคุณกำหนดได้ในเวลาที่สร้างขึ้นผ่าน jumper หรือ resistor ในปัจจุบัน ทางบริษัทกำลังพัฒนาลิขสิทธิ์ที่เป็นซอฟต์แวร์ซึ่งสามารถให้คุณทำงานกับการอ้างอิงนาฬิกาหลาย ๆ แบบได้ผ่านซอฟต์แวร์ แนนอน อุปกรณ์ดังกล่าวอาจต้องการซอฟต์แวร์ที่ต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโหมด 10GE ที่มันสนับสนุนการทำงาน

ข้อดีของการใช้อุปกรณ์ที่เป็นหลายโปรโตคอลคือคุณสามารถสร้าง 1 การ์ดใ้รองรับหลายแอปพลิเคชันได้ การปลั๊กอินอุปกรณ์ที่ต่างกันด้วยเลเซอร์ที่ต่างกัน และเห็นได้ในการ์ดนั้นก็วิ่งจากการทำงานระยะสั้นไปไกลขึ้น Networks Elements ประเมินต้นทุนของอุปกรณ์ขนาด 1310 มม. ใ้ที่ 6,000 ถึง 7,000 ดอลลาร์

ในอีกด้านหนึ่ง Picolight สนับสนุนแอปพลิเคชันที่ทำงานในระยะสั้นกว่า และต้องการการประมวลผลน้อยกว่าที่ Networks Elements ตั้งเป้าไว้ โดยใช้สเป็คขนาดเพียง 850 มม. อุปกรณ์ตัวนี้ทำงานได้กับทั้ง 10GE และ SONET และสนับสนุนการทำงานกับอินเตอร์เฟซ XSBI ด้วยตัวเชื่อมต่อ 300 พิน Picolight วางแผนที่จะส่งออกอุปกรณ์ตัวนี้ในครึ่งปีหลังและตั้งราคา

เริ่มต้นที่ 2,000 ดอลลาร์ และจะลดลงไปอยู่ที่ 1,000 ดอลลาร์ในกลางปี 2002 (ดูหัวข้อ "การมาของ VCSEL") Ceilo ผู้ขาย transponder รายหนึ่ง กำลังเล่นบทบาทในทั้งสองฝ่าย คือ transponder แบบอนุกรม 10 กิกะบิตต่อวินาทีใช้ทั้ง 850 มม. และ VCSEL 1310 มม. ตัว transponder มีราคา 1,000 ดอลลาร์และไม่เกิน 8,000 ดอลลาร์ตามลำดับ และจะมีให้ใช้เป็นตัวอยู่ในไตรมาส 3 ของปี 2001 สำหรับ ตัว 1310 มม. จะมีขนาด 1.7x3.5x0.53 นิ้ว ใช้ไฟ 3 วัตต์

อย่างไรก็ตาม ผู้ขายหลายรายให้ความสนใจอยู่แต่ที่ 10GE ทำให้เกิดความยากลำบากในการที่จะได้รับประสิทธิภาพความเร็วจากการร้อยสายของ SONET ทั้งนี้ SONET ได้รับการออกแบบมาให้จัดการเรื่องการโอนถ่ายข้อมูลในระยะเวลาที่จำกัด เช่น เสียงและภาพวิดีโอ ซึ่งเป็นเรื่องของประสิทธิภาพ jitter ที่แข็งแกร่งกว่าที่ต้องการจากอีเธอร์เน็ตอยู่มาก โดยที่อีเธอร์เน็ตเองได้รับการออกแบบมาให้ขนส่งข้อมูลและสามารถที่บางแพ็กเก็ตได้ทุกขณะ อย่างไรก็ตาม เมื่อคุณได้ศึกษาปัญหา jitter ของ SONET แล้ว การที่จะไปดูสเป็คที่ค่อนข้างหลวมของ 10GE ก็ไม่ใช่เรื่องยาก

บางที Jitter อาจเป็นความแตกต่างหลักของการออกแบบ แต่ขนาดแพ็กเก็ตก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย SONET มีขนาดแพ็กเก็ตที่เล็กที่สุดอยู่ที่ 40 ไบต์ ในขณะที่ 10GE มีขนาดไอพีแพ็กเก็ตที่เล็กที่สุดอยู่ที่ 64 ไบต์ แม้ว่าบางทีมันจะเป็นลักษณะที่ไม่เหมือนจริงของการจราจรบนเครือข่ายบนโลกจริง ๆ แต่ผู้ขายหลายรายให้เครือข่ายเน็ตเวิร์กเต็มไปดด้วยแพ็กเก็ตที่มีขนาดเล็กที่สุดในการทำเป็นซิมาร์คเพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์ใด ๆ บนเน็ตเวิร์กจะไม่เคยต้องทำงานที่ความเร็วต่ำกว่า wire speed อย่างไรก็ตาม ที่ความเร็วสูงขนาดนี้ มันต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการรับอีก 24 ไบต์ซึ่งทำให้เพิ่มเวลาขึ้น 60% สำหรับอีเธอร์เน็ตในการประมวลผล 1 แพ็กเก็ตก่อน

ที่แพ็คเกจที่ติดไปจะเดินทางมาถึง ข้อถกเถียงก็คือ อุปกรณ์ตัวหนึ่งสามารถสนับสนุนการทำงานกับ OC-192 มีประสิทธิภาพมากกว่าที่ 10GE ต้องการ ดังนั้น อุปกรณ์ที่เป็น 10GE เพียงอย่างเดียวจะมีข้อดีในเรื่องต้นทุน ข้อโต้แย้งในเรื่องนี้คือ ข้อเท็จจริงที่จะสนับสนุนการทำงานทั้ง OC-192 และ 10GE ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน เพื่อที่จะได้สร้างและดูแลรักษาการออกแบบเพียงแบบเดียว ซึ่งในทางตรงข้ามต้องจัดการกับการออกแบบที่แตกต่างกันมากมาย สถานการณ์นี้จะส่งผลให้ต้นทุนโดยรวมต่ำลง เนื่องจากปริมาณเพิ่มขึ้นในทั้งสองตลาด คำถามที่จะต้องตอบก็คือ ปริมาณจะสูงขึ้นถึงระดับที่จะทำให้ต้นทุนต่ำลงหรือไม่ อีกทางเลือกหนึ่งคือ สร้างอุปกรณ์ตัวหนึ่งให้บริการได้ทั้งสองแอปพลิเคชัน แล้วจากนั้นค่อยแยกเป็นอุปกรณ์สำหรับแต่ละแอปพลิเคชันเมื่อตลาดมีความพร้อม

การเลือกชิปชิ้นงาน (module) หนึ่งนั้นเป็นเรื่องละเอียดอ่อน ต้องแน่ใจว่าชิปชิ้นงานนั้นไม่ดึงกำลังไฟมากกว่าที่คุณคาดว่าจะมี หรือมันอาจร้อนเกินไป ซึ่งจะทำให้ PLL ลอยตัว และแม้ในกรณีที่คุณซื้อชิปชิ้นงานหนึ่งมา คุณก็ยังไม่ซื้อตัวที่ผ่านการทดสอบแล้วที่มีราคาถึง 150,000 ดอลลาร์มาใช้ในงานที่คุณออกแบบ

แน่นอน ระยะทางเป็นตัวกำหนดแอปพลิเคชัน สำหรับแอปพลิเคชันที่ทำงานในระยะสั้นมาก ๆ เลเซอร์ 850 มม.ราคาประหยัดก็น่าสนใจ อย่างไรก็ตาม สเปค 10GE 1310 มม.เป็นสิ่งที่ชมเชย SONET มากที่สุด (ตารางที่ 1) งานในระยะ 10 กม. (ผู้ขายบางรายอ้างที่ 12 หรือ 15 กม.) สายเชื่อมโยงของ SONET (ที่ไม่ใช่ long-haul)

จะตกอยู่ภายในช่วงของสเปค 1310 มม. ถ้าเรื่องราคาต่ำกว่ถูกหยิบยกขึ้นมา ผู้ขาย SONET อาจประสบกับการแข่งขันที่ดุเดือด ถ้าไม่ปรับโมเดลราคาที่ใช้

จุดสำคัญที่ควรสังเกต คือ 10GE WIS มีความสามารถใช้งานได้เช่นเดียวกับ SONET แต่ไม่ใช่ตัวที่ SONET รับรองว่าใช้ได้ (compliant) สำหรับข้อกำหนดเรื่องนาฬิกาที่ใช้ได้กับ SONET จะผ่อนคลายลงไปที่ระดับ 100 ppm บนอีเธอร์เน็ต การเชื่อมต่อเข้ากับต้นกำเนิด SONET ที่แท้จริงต้องมีการแปลงระหว่างกลางเพื่อปรับนาฬิกาและข้อมูลส่วนหัว ดังนั้น แม้ว่าจะทำให้ต้นทุนของอุปกรณ์สูงขึ้น แต่การออกแบบให้สอดคล้องกับสเปคของ SONET จะช่วยขจัดความต้องการการแปลงระหว่างกลางนี้ และจะทำให้ต้นทุนรวมของระบบลดต่ำลง

### เกี่ยยที่อยู่นำหน้า

เป็นเรื่องธรรมดาของเทคโนโลยีใหม่ที่ชิ้นงานต่าง ๆ มักจะออกมาก่อนที่สเปคจะได้รับการอนุมัติใช้จริง (การอนุมัติคาดว่าจะมีในกลางปี 2002) เนื่องจากผู้ขายไอซีไม่สามารถรอเวลาให้อุปกรณ์ก่อนแล้วจึงเริ่มผลิตชิ้นงานได้ ชิ้นงานจากผู้ขายแต่ละรายจะทำตามสเปคฉบับร่าง แรงผลักดันที่จะเป็นรายแรกในตลาดทำให้ตารางเวลาการออกแบบถูกกำหนดให้เดินไปพร้อม ๆ กับการอนุมัติสเปค

สเปค 10GE ยังมีเรื่องหลัก ๆ ให้แก้ไข อย่างน้อยก็ไม่ใช่เพียงแค่เรื่องการกำหนดค่าขอบเขตที่ทำได้ของ jitter ปัญหาส่วนหนึ่งคือ สเปคมีการกำหนดเรื่อง jitter สำหรับตัวรับและตัวส่ง แต่ไม่มี jitter สำหรับบอร์ด R-4 อิทธิพลของ jitter ส่วนใหญ่มา

จากคุณลักษณะของมันเอง เช่น วัสดุที่ใช้ของบอร์ด และมาจากตัวเชื่อมต่อ ไม่ใช่จากไอซีของทรานซีฟเวอร์ ดังนั้น แม้วากกลุ่มกำหนดมาตรฐานยังคงดำเนินการพูดคุยกันต่อไป คุณก็จะต้องออกแบบอุปกรณ์ตามสเปคของคุณที่ยังไม่เสร็จออกมา กลยุทธ์หนึ่งคือการออกแบบบนพื้นฐานที่ดีที่สุด นั่นคือ ลด jitter ลงทุกที่ที่คุณสามารถทำได้ อีกทางหนึ่งคือ ทำตามสเปคฉบับก่อนหน้านี้ และคุณยังอาจพบปัญหาเรื่องความเข้ากันได้กับอุปกรณ์อื่น ๆ อีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่างานที่คุณออกแบบจะตรงกับสเปคสุดท้ายเพียงใด

สมมติว่าสเปคสุดท้ายจะได้รับการปรับให้ดีขึ้นอีก ไอซีที่มีอยู่ในทุกวันนี้ก็เป็นชิ้นงานที่อยู่ในขั้นตอนระหว่างกลางที่ยังไม่สิ้นสุด ผู้ขายจะต้องติดตามชิ้นงานเหล่านี้อย่างรวดเร็ว ซึ่งถ้าโชคดี พิธีกรรมก็มีความเข้ากันได้ ซึ่งคุณสามารถจะใส่ลงไปในเวอร์ชันใหม่และออกผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ลูกค้ายที่เป็นอัลฟาหรือเบตาอาจพบว่าตัวเองกำลังทำซ้ำกระบวนการนี้หลายต่อหลายครั้ง ก่อนที่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวที่เสร็จสมบูรณ์จะผลิตออกมาได้ นอกจากนี้ คุณยังต้องคอยระวังเรื่องการปล่อยให้การตลาดที่ยังไม่เสร็จเพื่อเป็นอุปสรรคผลิตภัณฑ์ออกไป นั่นหมายความว่า ก่อนที่คุณจะสามารถใช้พีเจอาร์ใหม่ในสเปคสุดท้าย อุปกรณ์ที่ยังไม่สมบูรณ์อาจยังคงทำงานได้กับอุปกรณ์ที่เป็นไปตามสเปค แต่ผู้ซื้อต้องเข้าใจว่ามีข้อจำกัด และยังมีข้อพิพาทอื่น ๆ อีกว่า อุปกรณ์ 10GE ของคุณอาจไม่สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ 10GE ชิ้นอื่นได้อีกเลยนอกจากตัวมันเอง และคุณก็ไม่รู้แน่ชัดว่าจะให้ผลอย่างไรต่อสิ่งที่คุณทำ

ถ้าคุณยังไม่ได้ติดตามดูความก้าวหน้าของสเปคอย่างใกล้ชิด ตอนนี้มีเป็นเวลาที่ดีที่จะเริ่มต้น อย่าปล่อยให้ปัจจัยต่าง ๆ มีผลต่อตารางเวลาการออกแบบของคุณ

PMD (ทรานซีฟเวอร์แบบออฟติก)	ประเภทของไฟเบอร์ที่สนับสนุน	ระยะทางเป้าหมาย (เมตร)
850 mm serial	Multimode	65
1310 mm WWDM	Multimode	300
1310 mm WWDM	Single mode	10,000
1310 mm serial	Single mode	10,000
1550 mm serial	Single mode	40,000

ตารางที่ 1 : ช่วงคลื่นเลเซอร์แบบหลายช่วงคลื่นของ 10GE และระยะที่ช่วงคลื่นนั้นสามารถนำพาข้อมูลไปได้