

Data Communications And Computer Networks

Lan Cable

สายบิดคู่ตีเกลียว (Twisted Pairs) เมื่อก่อนเป็นสายสัญญาณที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ แต่ปัจจุบันได้กลายเป็นมาตรฐานสายสัญญาณที่เชื่อมต่อในเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) สายคู่บิดเกลียวหนึ่งคู่ประกอบด้วยสายทองแดงขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.016-0.035 นิ้ว หุ้มด้วยฉนวนแล้วบิดเป็นเกลียวเป็นคู่ การบิดเป็นเกลียวของสายแต่ละคู่มีจุดประสงค์เพื่อช่วยลดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่รบกวนซึ่งกันและกัน

สายบิดคู่ตีเกลียวที่มีขายในท้องตลาดมี หลายประเภทด้วยกัน ซึ่งสายสัญญาณอาจประกอบด้วยสายคู่บิดเกลียวตั้งแต่หนึ่งคู่ไปจนถึง 600 คู่ในสายขนาดใหญ่ สายบิดคู่ตีเกลียวที่ใช้กับเครือข่าย LAN จะประกอบด้วย 4 คู่ สายคู่บิดเกลียวที่ใช้ในเครือข่ายแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

- STP (Shielded Twisted Pairs) หรือสายบิดคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวน
- UTP (Unshielded Twisted Pairs) หรือสายบิดคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน

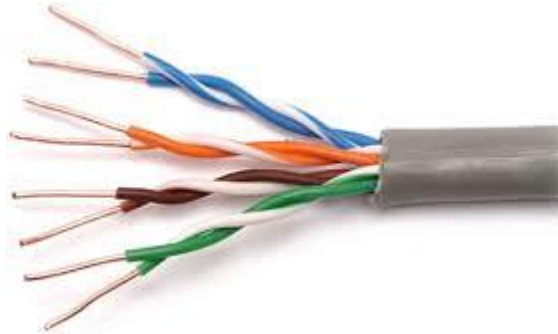
Shielded Twisted Pairs (STP)



สายบิดคู่ตีเกลียวแบบมีส่วนป้องกันสัญญาณรบกวน หรือ STP (Shielded Twisted Pairs) มีส่วนที่เพิ่มขึ้นมาคือ ส่วนที่ป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก ซึ่งชั้นป้องกันนี้อาจ

เป็นแผ่นโลหะบางๆหรือใยโลหะที่ถักเปียเป็นตาข่ายซึ่งขึ้นป้องกันนี้จะห่อหุ้มสายคู่บิดเกลียวทั้งหมด ซึ่งจุดประสงค์ของการเพิ่มขึ้นห่อหุ้มนี้เพื่อป้องกันการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น คลื่นวิทยุจากแหล่งต่าง ๆ

Unshielded Twisted Pairs (UTP)



สายบิดคู่ตีเกลียวชนิดไม่มีการกันสัญญาณรบกวน (Unshielded Twisted : UTP) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ยูทีพี สายสัญญาณประเภทนี้เป็นสายบิดคู่ตีเกลียวที่ให้ในระบบวงจรโทรศัพท์ดั้งเดิม ต่อมาได้มีการปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น สายยูทีพีที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้ปรับปรุงคุณสมบัติจนสามารถใช้กับสัญญาณ ความถี่สูงได้ สายยูทีพีใช้หลอดทองแดง 8 เส้น ขณะที่ในระบบโทรศัพท์จะใช้เพียง 2 หรือ 4 เส้น ซึ่งต่อเข้ากับหัวต่อแบบ RJ 45 ซึ่งเป็นตัวต่อที่มีลักษณะคล้ายกับหัวต่อในระบบโทรศัพท์ทั่วไป แต่ในระบบโทรศัพท์ จะเรียกหัวต่อว่า RJ 11 การที่มีสายทองแดงไว้หลายเส้นก็เพื่อให้หัวต่อ RJ 45 ซึ่งเป็นหัวต่อมาตรฐานสามารถเลือกใช้งานได้ในหลายๆ รูปแบบ เช่น

- + ใช้สายทองแดงตั้งแต่ 3 - 8 เส้น เป็นสายสัญญาณ 10 เมกะบิตของ อีเธอร์เน็ตแบบ 10BASE-T
- + ใช้สายทองแดง 4 เส้น เป็นสายสัญญาณ 100 เมกะบิต ของอีเธอร์เน็ตแบบ 100BASE-T
- + ใช้สายทองแดง 8 เส้น เป็นสายสัญญาณของเสียง
- + ใช้สายทองแดง 2 เส้น สำหรับระบบโทรศัพท์

คุณสมบัติพิเศษของสายบิดคู่ตีเกลียว

การใช้สายบิดคู่ตีเกลียวในการรับส่งสัญญาณนั้นจำเป็นต้องใช้สายหนึ่งคู่ในการส่งสัญญาณ และอีกหนึ่งคู่ในการรับสัญญาณ ซึ่งในแต่ละคู่สายจะมีทั้งขั้วบวกและขั้วลบ ในการทำเช่นนี้เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งในการรับส่งข้อมูลที่เรียกว่า "Differential Signaling" ซึ่งเทคนิคนี้คิดค้นขึ้นมาเพื่อจะกำจัดคลื่นรบกวน (Electromagnetic Noise) ที่เกิดกับสัญญาณข้อมูล ซึ่งคลื่นรบกวนนี้เกิดขึ้นได้ง่าย และเมื่อเกิดขึ้นกับสายสัญญาณแล้วจะทำให้สัญญาณข้อมูลยากต่อการอ่านหรือแปลความหมายมาตรฐานสายสัญญาณ

สมาคมอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ หรือ EIA (Electronics Industries Association) และสมาคมอุตสาหกรรมโทรคมนาคม หรือ TIA (Telecommunication Industries Association) ได้ร่วมกันกำหนดมาตรฐาน EIA/TIA 568 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตสาย UTP โดยมาตรฐานนี้ได้แบ่งประเภทของสายออกเป็นหลายประเภทโดยแต่ละประเภทเรียกว่า Category N โดย N คือหมายเลขที่บอกประเภท ส่วนสถาบันมาตรฐานนานาชาติ (International Organization for Standardization) ได้กำหนดมาตรฐานนี้เช่นกัน โดยจะเรียกสายแต่ละประเภทเป็น Class A-F คุณสมบัติทั่วไปของสายแต่ละประเภทเป็นดังนี้

Category 1 / Class A : เป็นสายที่ใช้ในระบบโทรศัพท์อย่างเดียว โดยสายนี้ไม่สามารถใช้ในการส่งข้อมูลแบบดิจิทัลได้ สายโทรศัพท์ที่ใช้ก่อนปี 1983 จะเป็นสายแบบ Cat1

Category 2 / Class B : เป็นสายที่รองรับแบนด์วิธได้ถึง 4 MHz ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลแบบดิจิทัลได้ถึง 4 MHz ซึ่งจะประกอบด้วยสายคู่บิดเกลียวอยู่ 4 คู่

Category 3 / Class C : เป็นสายที่สามารถส่งข้อมูลได้ถึง 16 Mbps และมีสายคู่บิดเกลียวอยู่ 4 คู่

Category 4 : ส่งข้อมูลได้ถึง 20 Mbps และมีสายคู่บิดเกลียวอยู่ 4 คู่

Category 5 / Class D : ส่งข้อมูลได้ถึง 100 Mbps โดยใช้ 2 คู่สาย และรับส่งข้อมูลได้ถึง 1000 mbps เมื่อใช้ 4 คู่สาย

Category 5 Enhanced (5e) : เช่นเดียวกับ Cat 5 แต่มีคุณภาพของสายที่ดีกว่าเพื่อรองรับการส่งข้อมูลแบบฟูลล์ดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ที่ 1000 Mbps ซึ่งใช้ 4 คู่สาย

Category 6 / Class E : รองรับแบนด์วิธได้ถึง 250 MHz

Category 7 / Class F : รองรับแบนด์วิธได้ถึง 600 MHz และกำลังอยู่ในระหว่างการวิจัย

มาตรฐาน TIA/EIA นั้นได้กำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของสายสัญญาณ UTP ดังนี้

- ค่าความต้านทาน (Impedance) : โดยทั่วไปจะกำหนดไว้ที่ $100\ \Omega + 15\%$
- ค่า สูญเสียสัญญาณ (Attenuation) : ของสายที่มีความยาว 100 เมตร หรืออัตราส่วนระหว่างกำลังสัญญาณที่ส่งต่อกำลังสัญญาณที่วัดได้ที่ปลายสาย โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

- NEXT (Near-End Cross Talk) : เป็นค่าของสัญญาณรบกวนของสายคู่ส่งต่อสายคู่รับที่ฝั่งส่งสัญญาณ โดยวัดเป็นเดซิเบลเช่นกัน

- PS-NEXT (Power-Sum NEXT) : เป็นค่าที่คำนวณได้จากสัญญาณรบกวน NEXT ของสายอีก 3 คู่ที่มีผลต่อสายคู่ที่วัด ค่านี้จะมีผลเมื่อใช้สายสัญญาณทั้งคู่ในการรับส่งสัญญาณ เช่น กิกะบิตอีเธอร์เน็ต (Gigabit Ethernet)

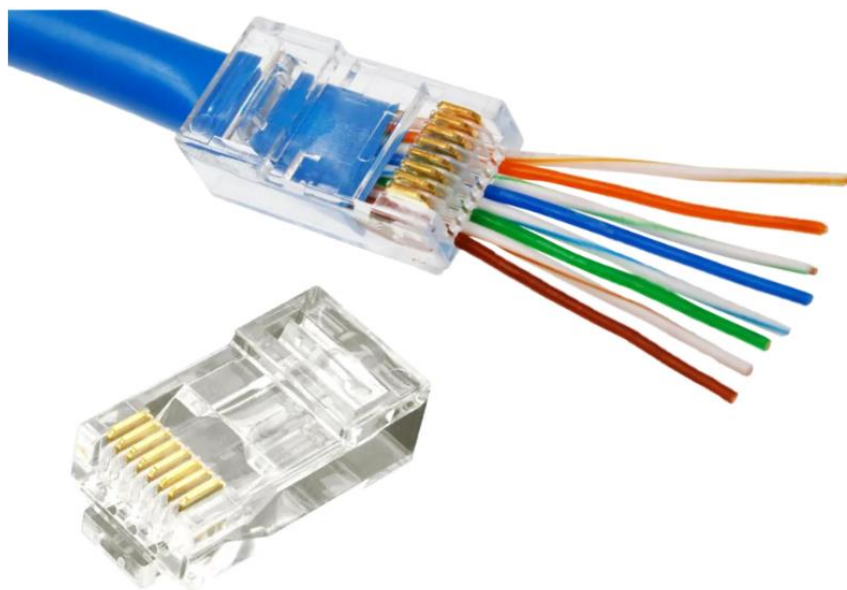
- FEXT (Far-End Cross Talk) : จะคล้ายกับ NEXT แต่เป็นการวัดค่าสัญญาณรบกวนที่ปลายสาย

- EFEXT (Equal-Level Far-End Cross Talk) : เป็นค่าที่คำนวณได้จากค่าสูญเสียของสัญญาณ (Attenuation) ลบด้วยค่า FEXT ดังนั้น ELFEXT ยิ่งแสดงว่าค่าสูญเสียยิ่งสูง

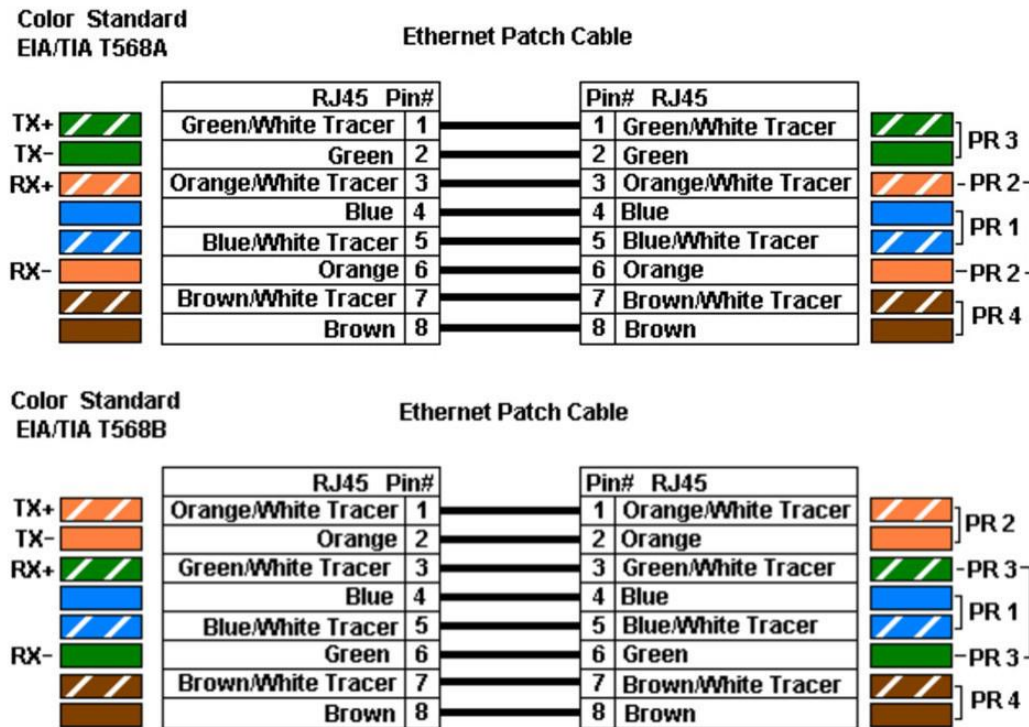
- PS-ELFEXT (Power-Sum ELFEXT): เป็นค่าที่คำนวณคล้าย ๆ กับค่า PS-NEXT คือเป็นค่าที่คำนวณได้จากการรวม ELFEXT ที่เกิดจากสายสามคู่ที่เหลือ
- Return Loss : เป็นค่าที่วัดได้จากอัตราส่วนระหว่างกำลังสัญญาณที่ส่งไปต่อกำลังสัญญาณที่สะท้อนกลับมายังต้นสาย
- Delay Skew : เนื่องจากสัญญาณเดินทางบนสายสัญญาณแต่ละคู่ด้วยเวลาที่ต่างกันค่าดีเลย์สกีว คือ ค่าแตกต่างระหว่างคู่ที่เร็วที่สุดกับคู่ที่ช้าที่สุด

หัวเชื่อมต่อ

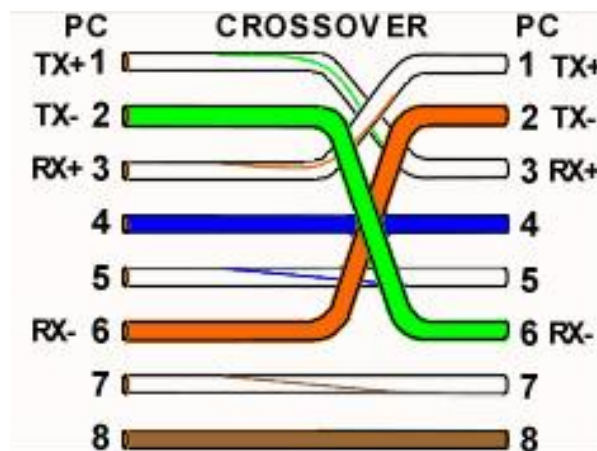
สายคู่บิดเกลียวจะใช้หัวเชื่อมต่อแบบ RJ-45 ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับหัวเชื่อมต่อแบบ RJ-11 ซึ่งเป็นหัวที่ใช้กับสายโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไป ข้อแตกต่างระหว่างหัวเชื่อมต่อสองประเภทนี้คือ หัว RJ-45 จะมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อยและไม่สามารถเสียบเข้ากับปลั๊กโทรศัพท์ได้ และอีกอย่างหัว RJ-45 จะเชื่อมสายคู่บิดเกลียว 4 คู่ในขณะที่หัว RJ-11 ใช้ได้กับสายเพียง 2 คู่เท่านั้น ดังรูปจะแสดงสาย UTP และหัวเชื่อมต่อแบบ RJ-45



การทำสายแพทช์คอร์ด หรือสายที่เชื่อมระหว่างฮับกับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นปลายสายทั้งสองข้างจะต้องเข้าตามมาตรฐาน EIA/TIA 568B



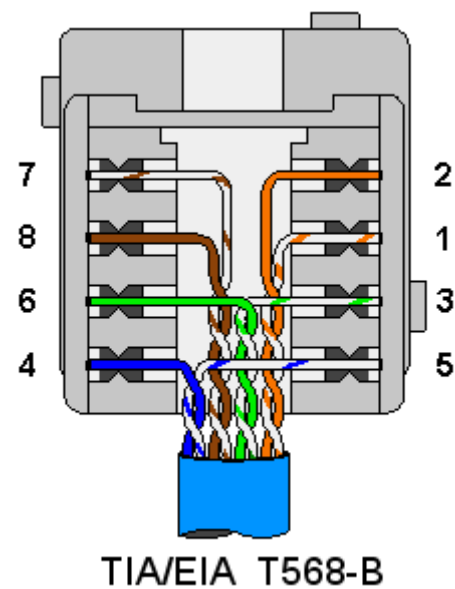
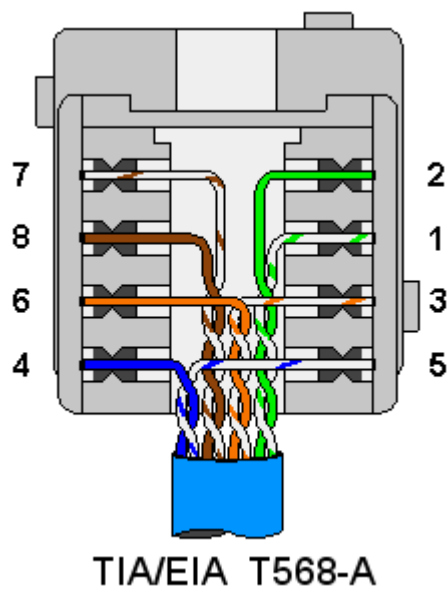
ส่วนสายครอสส์โอเวอร์ หรือสายที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างฮับกับฮับ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์นั้นปลายสายด้านหนึ่งต้องเข้าแบบ EIA/TIA 568A ส่วนปลายสายอีกด้านต้องเข้าแบบ EIA/TIA 568B



RJ45 Female



การเข้าสาย RJ45 Female จะเข้าตามมาตรฐาน EIA/TIA 568A และ EIA/TIA 568B เช่นกัน โดยในแต่ละหัว RJ45Female จะมีสัญลักษณ์บอกว่า เข้าสายหัวไหนจะเป็นแบบ A หรือ แบบไหน B และในแต่ละแบบ จะมีสีเป็นจั่วบอกว่าสีใดเข้าตำแหน่งไหน



เครื่องมือสำหรับการเข้าหัว RJ45 Male/Female

เครื่องมือที่ใช้สำหรับเข้าหัว RJ45 Male จะใช้คีมย้ำหัว (Cable Clamping Tool) โดยการใช้งาน เมื่อทำการใส่สายเข้าไปในหัว RJ45 ตรงตำแหน่งที่เราต้องการแล้ว ให้ทำ



การนำหัว RJ45 พร้อมสายที่ใส่ไว้ตามสีแล้ว เข้าไปในช่องย้าหัว และทำการกดให้แน่น และ
ขณะกดให้ทำการ ดันสายเข้าหาหัว RJ45 ไว้ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้สายที่ใส่ถอยออกจากหัว
RJ45

เครื่องมือที่ใช้สำหรับเข้าหัว RJ45 Female จะใช้ตัวกดสาย (Impact Tools) เป็น
เครื่องมือที่ใช้ในการกดสายให้เข้าตำแหน่งของขั้ว โดยเมื่อทำการกดสายลงบนขั้วแล้ว
เครื่องมือนี้จะทำการตัดสายที่เหลือให้อัตโนมัติ

