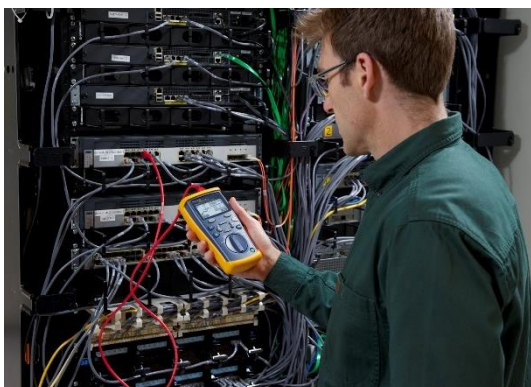


## สมเกียรติ นิมมาน

Fluke Networks Product Manager, Measuretronix Ltd.

### การทดสอบและ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายมีแนวโน้มความต้องการใช้ความเร็วในการเชื่อมต่อที่สูงขึ้น ซึ่งการออกแบบระบบเครือข่ายสำหรับเครื่อง Client โดยทั่วไปมักจะออกแบบให้สามารถรองรับความเร็วระบบเครือข่ายแบบ 10BASE-T, 100BASE-TX และ 1000BASE-T ดังนั้นระบบสายสัญญาณเครือข่าย ที่ทำการติดตั้งจึงต้องทำการทดสอบและ Qualification เพื่อให้มั่นใจว่าสายสัญญาณเครือข่ายสามารถรองรับความเร็วของระบบเครือข่ายตามต้องการ หรือไม่



ซึ่งการทดสอบด้วย LED ที่หลายๆ บริษัทและผู้ติดตั้งสายสัญญาณเครือข่ายใช้กันก็อาจจะไม่เพียงพอในการทดสอบและ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย เพราะการทดสอบด้วย LED จะเป็นการทดสอบความต่อเนื่อง (Continuity), การเข้าหัวสาย (Wiremap), การตรวจสอบการขาด หรือข้อต่อของสาย LAN แต่ไม่สามารถบอกถึงระยะขาดหรือข้อต่อของสายสัญญาณเครือข่ายได้ อีกทั้งยังไม่สามารถบอกได้ว่าสายสัญญาณเครือข่ายที่ทำการติดตั้งสามารถที่จะรองรับความเร็วระบบเครือข่ายแบบใดได้บ้าง เช่น 10BASE-T, 100BASE-TX และ 1000BASE-T

ในกรณีที่สายสัญญาณเครือข่ายที่ติดตั้งมีปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของสายสัญญาณเครือข่าย เช่น การติดตั้งสาย

ที่มีความยาวมากเกินไปแล้วทำให้เกิดการลดของสัญญาณมาก (Insertion Loss), สายสัญญาณเครือข่ายที่ติดตั้งไม่มีความคุณภาพ, การคลายเกลียว Connector หรือ Patch Panel มากเกินไป, การดึงสายด้วยแรงดึงมากเกินไปก็จะทำให้เกิดปัญหาการรบกวนข้ามคู่สาย (Crosstalk) และการต่อสายที่ไม่ถูกต้อง เช่น การนำสายมาต่อกันเหมือนสายไฟฟ้ายิ่งจะทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนกลับ (Return Loss)

ดังนั้นการทดสอบและ Qualification สายสัญญาณเครือข่ายจึงมีความจำเป็น เพื่อที่จะตรวจสอบระบบสายสัญญาณเครือข่ายที่ทำการติดตั้ง ว่าสามารถรองรับความเร็วระบบเครือข่ายแบบใดได้บ้างและยังสามารถบอกถึงสาเหตุของปัญหา ในกรณีที่เกิดปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของระบบสายสัญญาณเครือข่ายที่ทำการติดตั้งแล้วไม่สามารถรองรับความเร็วของระบบเครือข่าย เช่น Signal Loss, Return Loss, NEXT รวมถึงคู่สายและระยะที่เป็นสาเหตุของปัญหา อีกทั้งยังรายงานผลการทดสอบให้กับทางผู้บริหาร หรือผู้ว่าจ้างได้อีกด้วย

ทางบริษัท **Fluke Networks** จึงได้ออกแบบเครื่องทดสอบรุ่น Cable IQ เพื่อการ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย ที่สามารถรองรับการทดสอบสายที่ทำการติดตั้งภายในหน่วยงานขนาดเล็ก, ขนาดกลาง, ที่อยู่อาศัย, บริษัทผู้ติดตั้งระบบสายสัญญาณขนาดเล็ก รวมถึงหน่วยงานที่ทำหน้าที่ดูแลระบบสายสัญญาณให้แก่ภายในองค์กร

### พารามิเตอร์ในการทดสอบและ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย

การ Qualification สายเครือข่ายจะเป็นการตรวจสอบสายสัญญาณเครือข่าย ว่าสามารถรองรับแอปพลิเคชันอะไรได้บ้าง เช่น 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, Twisted pair Ethernet service, VoIP และ Analog telephone service ซึ่งการ Qualification จะแตกต่างจากการ Certify

เพราะการ Certify จะเป็นการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมและใช้ค่า Test Limit เช่น Category 6 และ Cat 6 Permanent Link สายสัญญาณเครือข่ายจะถูกทดสอบ

พารามิเตอร์ต่างๆ ตามค่า Test Limit ตั้งแต่ความถี่ 1MHz จนถึงความถี่สูงสุด เช่น การทดสอบสาย Cat 5e จะใช้ความถี่ทดสอบถึง 100 MHz, การทดสอบสาย Cat 6 จะใช้ความถี่ทดสอบถึง 250 MHz, การทดสอบสาย Cat 6A จะใช้ความถี่ทดสอบถึง 500 MHz ตามมาตรฐานที่กำหนดให้ทดสอบ

ส่วนการ Qualification จะหมายถึงการทดสอบสายเครือข่าย ว่าสามารถรองรับความเร็วระบบเครือข่ายแบบใดได้บ้าง เช่น 10BASE-T, 100BASE-TX และ 1000BASE-T โดยจะเป็นการอ้างอิงจาก Application Test Limit

TIA Cat 6 Perm. Link

Wire Map	Resistance	Resistance Unbalance		Length	Prop. Delay	Delay Skew	Freq.	Insertion Loss	NEXT	RL	ACR-N	ACR-F	PS NEXT	PS ACR-N	PS ACR-F	TCL	ELTCTL	CDNEXT	CMRL
	$\Omega$	In a Pair $\Omega$ or %	Pair to Pair $\Omega$ or %	Max.	nS	nS	MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
1,2 - 1,2 3,6 - 3,6 4,5 - 4,5 7,8 - 7,8	i			90	498	44	1	3.0	65.0	19.1	62.0	64.2	62.0	59.0	61.2				
							4	3.5	64.1	21.0	60.6	52.1	61.8	58.3	49.1				
							8	5.0	59.4	21.0	54.4	46.1	57.0	52.1	43.1				
							10	5.5	57.8	21.0	52.3	44.2	55.5	49.9	41.2				
							16	7.0	54.6	20.0	47.6	40.1	52.2	45.2	37.1				
							20	7.9	53.1	19.5	45.2	38.2	50.7	42.8	35.2				
							25	8.9	51.5	19.0	42.7	36.2	49.1	40.2	33.2				
							31.25	10.0	50.0	18.5	40.0	34.3	47.5	37.6	31.3				
							62.5	14.4	45.1	16.0	30.8	28.3	42.7	28.3	25.3				
							100	18.6	41.8	14.0	23.3	24.2	39.3	20.7	21.2				
							200	27.4	36.9	11.0	9.6	18.2	34.3	7.0	15.2				
							250	31.1	35.3	10.0	4.2	16.2	32.7	1.6	13.2				
							350	i	i	i	i	i	i	i	i				

ตารางแสดง TIA Test Limit ของ Cat 6 Permanent Link

1000BASE-T

Wire Map	Resistance	Resistance Unbalance	Resistance Pair to Pair	Length	Prop. Delay	Delay Skew	Freq.	Insertion Loss	NEXT	RL	ACR-N	ACR-F	PS NEXT	PS ACR-N	PS ACR-F	TCL	ELTCTL	CDNEXT	CMRL
	$\Omega$	$\Omega$ or %	$\Omega$ or %	Max.	nS	nS	MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
1,2 - 1,2 3,6 - 3,6 4,5 - 4,5 7,8 - 7,8	25			100	570	50	1	2.5	60.7	15.0		57.0			54.4				
							4	4.5	50.6	15.0		45.0			42.4				
							8	6.4	45.5	15.0		38.9			36.3				
							10	7.1	43.9	15.0		37.0			34.4				
							16	9.1	40.5	15.0		32.9			30.3				
							20	10.3	38.8	15.0		31.0			28.4				
							25	11.5	37.2	14.0		29.0			26.4				
							31.25	13.0	35.6	13.1		27.1			24.5				
							62.5	18.7	30.5	10.1		21.1			18.5				
							100	24.0	27.1	8.0		17.0			14.4				
							200	i	i	i		i			i				
							250	i	i	i		i			i				
							350	i	i	i		i			i				

ตารางแสดงค่า Application Test Limit ของ 1000BASE-T

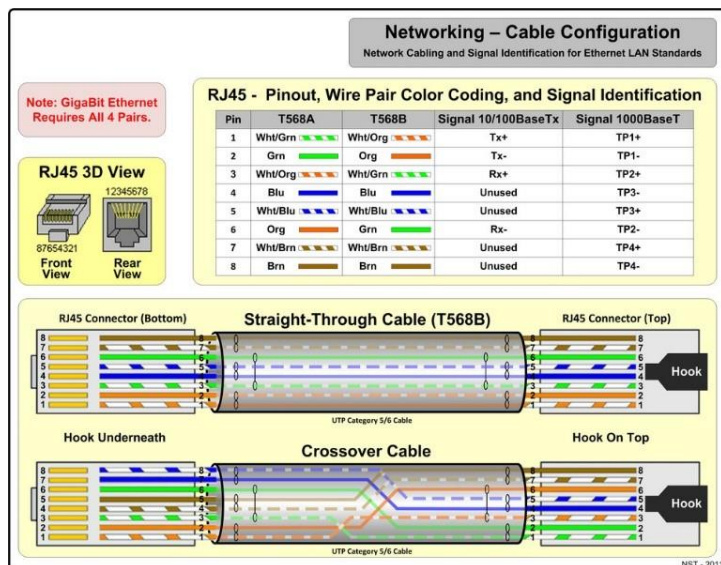
Test	Wiremap <sup>1</sup>	Length	Delay Skew	Signal Performance <sup>2</sup>
1000BASE-T	•	•	•	•
100BASE-TX	•	•		•
10BASE-T over twisted pair	•	•		•
VoIP	•	•		•
Wiremap	•	• <sup>3</sup>		
1394b S100 (Firewire)	•	•		•
Telco	•	• <sup>3</sup>		
Coax (75 $\Omega$ )	• <sup>4</sup>	• <sup>3</sup>		

- Wiremap adapter or remote ID locator required for complete wiremap testing.
- Crosstalk, insertion loss (attenuation), and return loss are tested. For 1000BASE-T, ELFEXT (equal-level far-end crosstalk) is also tested.
- The test has no length limit, so the length test always passes.
- Wiremap for coaxial cable is shield and conductor continuity.

ตารางแสดงพารามิเตอร์ในการ Qualification สายสัญญาณ

## การทดสอบการเข้าหัวสาย (Wiremap)

การเข้าหัวสายจะมีชื่อเรียกตามมาตรฐานจะเป็น T568A และ T568B สำหรับในบ้านเราส่วนใหญ่จะเรียกเป็น Type A และ Type B สำหรับการเข้าหัวสาย LAN ในปัจจุบันจะนิยมการเข้าแบบ T568B หรือ Type B ซึ่งการทดสอบการเข้าหัวสายจะเป็นการตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ, การขาดและการช็อตของคู่สายสัญญาณ



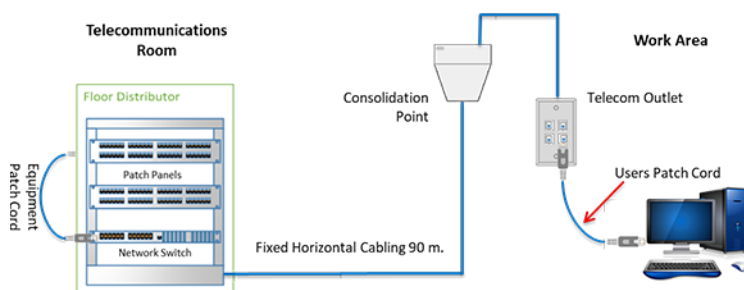
ในการทดสอบการเข้าหัวสาย จำเป็นที่จะต้องทำการต่อ Wiremap Adapter ทางด้านปลายสาย เพื่อที่จะให้เครื่องทดสอบสามารถตรวจสอบการเข้าหัวสายได้ ซึ่งสาเหตุการทดสอบการเข้าหัวสาย (Wiremap) ไม่ผ่าน มักมีสาเหตุจากผู้ติดตั้งผิดพลาด หรือเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งชำรุดและสาเหตุอีกอย่างหนึ่งคือ การเข้าหัวสายเหมือนกันทั้งสองฝั่งเหมือนกันทั้งสองด้าน แต่ไม่เรียงสีตามมาตรฐาน ซึ่งจะทำให้เกิดการรบกวนข้ามคู่สาย (NEXT) และทำให้ไม่สามารถรองรับการใช้งานความเร็วระบบเครือข่ายสูงๆ ได้ และไม่สามารถทดสอบได้ด้วยเครื่องทดสอบแบบ LED แต่เครื่องทดสอบและ Qualification สายสัญญาณ สามารถตรวจพบปัญหานี้ได้

## ความยาวสาย (Length)

ในการติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายตามมาตรฐาน จะกำหนดความยาวสายตั้งแต่ Outlet ไปจนถึง Patch Panel ไม่เกิน 90 เมตร และความยาวของสาย Patch Cord อย่าง

ละ 5 เมตร ดังนั้นผู้ว่าจ้าง หรือผู้เขียน TOR ควรกำหนดความยาวของสายที่ติดตั้งไม่เกิน 90 เมตร ไม่ใช่ 100 เมตร เพราะยังไม่รวมความยาวของสาย Patch Cord

การติดตั้งสายสัญญาณเครือข่ายที่มีความยาวมากกว่า 100 เมตร ก็จะทำให้เวลาในการเดินทางของสัญญาณในแต่ละคู่สาย (Propagation Delay) มีค่ามากขึ้นและจะทำให้ค่าความต้านทานของสายมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดค่าการลดทอนของสัญญาณ (Insertion Loss) มากขึ้นด้วยและจะทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ ระบบเครือข่ายจะเชื่อมต่อได้บ้าง ไม่ได้บ้างและเกิดปัญหา Retransmit Packet ขึ้นในระบบเครือข่าย

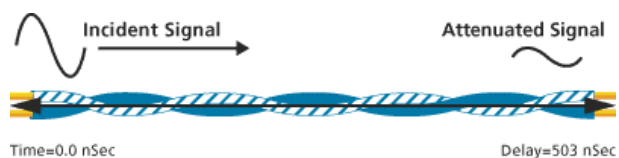


ภาพแสดงโครงสร้างของระบบสายสัญญาณ

## Propagation Delay

ค่า Propagation Delay จะเป็นการวัดเวลาในการเดินทางของสัญญาณในแต่ละคู่สาย ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง ซึ่งเวลาเดินทางในแต่ละคู่สายจะแตกต่างกันเนื่องมาจากการตีเกลียวกันภายในคู่สายและระหว่างคู่สายตามมาตรฐาน 1000BASE-T จะกำหนดค่า Propagation Delay ไว้ไม่เกิน 570 ns ยิ่งสายยาวมากก็จะใช้เวลาเดินทางของสัญญาณมากขึ้น

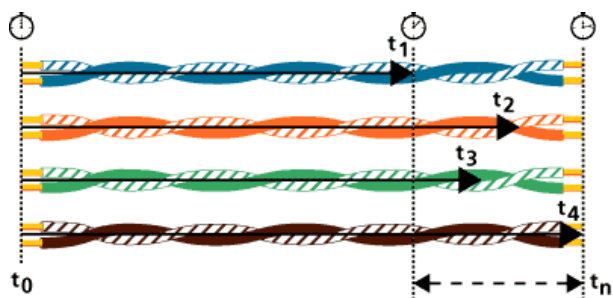
ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้ค่า Propagation Delay ไม่ผ่าน มักจะเกิดจากการติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายที่มีความยาวมากกว่า 100 เมตร ตามมาตรฐาน ANSI/TIA-1152 และ ISO/IEC 11801 ซึ่งจะใช้ความถี่ 10 MHz ในการทดสอบค่า Propagation Delay



## Delay Skew

ค่า Delay Skew เป็นการวัดเวลาความแตกต่างของเวลาในการเดินทางของสัญญาณในแต่ละคู่สาย (Propagation Delay) เทียบกับคู่สายที่ใช้เวลาเดินทางของสัญญาณเร็วที่สุดเทียบกับคู่สายอื่นๆ ซึ่งตามมาตรฐาน 1000BASE-T จะกำหนดค่า Delay Skew ไม่เกิน 50 ns ค่า Delay Skew จะถูกบังคับให้ทดสอบตามมาตรฐาน 1000BASE-T เพราะจะต้องใช้ทั้ง 4 คู่สายในการส่งและรับข้อมูล

ถ้าค่า Delay Skew แตกต่างกันมากๆ จะทำให้เกิดปัญหา Retransmit Packet เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เพราะอุปกรณ์ทางด้านฝั่งรับจะกำหนดเวลาในการคอยไว้เพียงแค่ช่วงระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งถ้าฝั่งรับยังไม่สามารถรับข้อมูลจากฝั่งส่งภายในช่วงเวลารอคอยที่กำหนด ก็จะทำให้ไม่สามารถรวมสัญญาณกันได้ ฝั่งส่งก็จะต้องดำเนินการส่งข้อมูลซ้ำอีกครั้ง



1000BASE-T Results	
✗ Delay Skew =	66 ns
Min Delay:	78 23 ns
Max Delay:	45 89 ns
(Skew Limit: 50 ns)	

- ตัวอย่างการแสดงผลค่า Delay Skew ไม่ผ่าน เนื่องจากคู่สายที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ คู่ที่ 78 ใช้เวลา 23 ns และคู่ 45 ใช้เวลามากที่สุด 89 ns แต่ค่า Limit ของ Delay Skew จะกำหนดไว้ไม่เกิน 50 ns ทำให้สายสัญญาณเครือข่ายที่ติดตั้งไม่สามารถรองรับ 1000BASE-T ได้

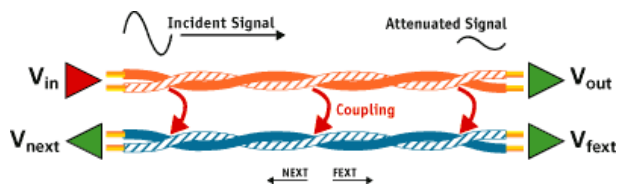
## ค่าการลดทอนของสัญญาณ (Insertion Loss)

คือ การที่สัญญาณที่ถูกส่งผ่านไปตามสายสัญญาณเกิดการสูญเสียพลังงานและระดับของสัญญาณจะค่อยๆ ลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นของสายสัญญาณ สาเหตุที่ทำให้เกิด

การลดทอน เช่น ขนาดหน้าตัดของสายสัญญาณ สายขนาด 23 AWG จะมีขนาดหน้าตัดของสายใหญ่กว่า 24 AWG ซึ่งการที่หน้าตัดของสายสัญญาณที่มีขนาดใหญ่จะทำให้สายมีค่าความต้านทานน้อยกว่าสายสัญญาณที่มีขนาดเล็ก

ซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวก็จะส่งผลทำให้การลดทอนของสัญญาณมากขึ้น ถ้าค่าความต้านทานของสายมีค่ามากขึ้นและความยาวสายมากขึ้น จะทำให้ค่าความต้านทานรวมของสายมากขึ้น จะส่งผลทำให้การลดทอนของสัญญาณมากขึ้นด้วยเช่นกัน

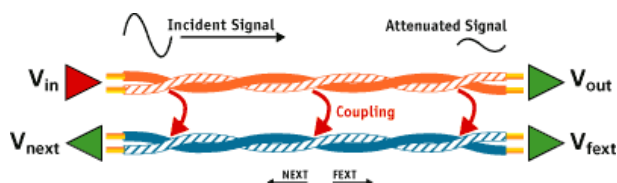
อุณหภูมิก็มีผลโดยตรงต่อค่าการลดทอนของสัญญาณ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น การลดทอนของสัญญาณก็จะมากขึ้น เพราะฉะนั้นควรหลีกเลี่ยงการเดินสายสัญญาณในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงๆ ความถี่ก็มีผลกระทบต่ค่าการลดทอนของสายสัญญาณ ยิ่งความถี่สูงขึ้นการลดทอนในสายสัญญาณก็จะมีค่ามากขึ้น สำหรับค่า Insertion Loss ควรจะมีค่าน้อยๆ ยิ่งดี



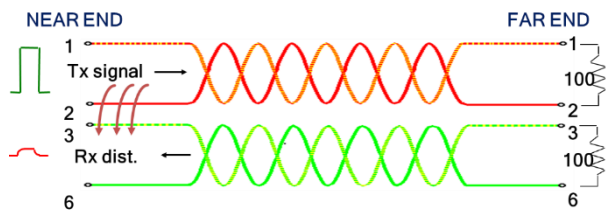
## Near End Crosstalk (NEXT)

เมื่อกระแสไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ บริเวณเส้นลวด ซึ่งจะสร้างสัญญาณรบกวนบนเส้นลวดที่อยู่ติดกันและเมื่อความถี่สูงขึ้นผลกระทบของสัญญาณรบกวนดังกล่าวก็จะมากขึ้น การตีเกลียวกันของคู่สายจะช่วยหักล้างสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นได้

NEXT จะเป็นการวัดปริมาณการรบกวนของสัญญาณข้ามคู่สาย ที่เกิดจากคู่สายส่งและมีสัญญาณเหนี่ยวนำจากคู่สายส่งไปรบกวนคู่สายรับทางด้านต้นทาง ซึ่งค่า NEXT จะแปรผันตามความถี่ที่ถูกส่งเข้าไป





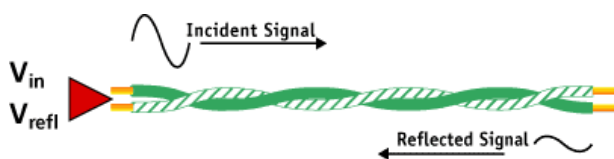


$$NEXT (dB) = 10 \log \frac{\text{Power of measured disturbance}}{\text{Power of transmitted signal}}$$

ซึ่งลักษณะของการเกิด NEXT จะเป็นการรบกวนในแบบคู่ต่อคู่ มีทั้งหมด 6 ค่า คู่ 1, 2-3, 6, คู่ 1, 2-4, 5, คู่ 1, 2-7, 8, คู่ 3, 6-4, 5, คู่ 3, 6-7, 8, คู่ 4, 5-7, 8 สาเหตุที่ทำให้เกิดค่า NEXT มักจะเกิดจากการคลายเกลียวของคู่สายมากเกินไป บริเวณ Outlet หรือ Patch Panel, การที่สายสัญญาณเครือข่ายที่ติดตั้งถูกดึงด้วยแรงดึงมากเกินไปในขณะที่ทำการติดตั้ง ทำให้เกลียวของสายยืดยาวและสายสัญญาณเครือข่ายที่ติดตั้งไม่มีคุณภาพ

### Return Loss (RL)

Return Loss จะเป็นการวัดปริมาณการสูญเสียอันเนื่องจากการสะท้อนกลับ เป็นการวัดที่เกิดจากอัตราส่วนของแรงดันที่ส่ง ( $V_{in}$ ) เทียบกับแรงดันที่สะท้อนกลับ ( $V_{refl}$ ) อันเนื่องจาก Impedance mismatches มีหน่วยวัดเป็น dB ซึ่งถ้าค่าแรงดันที่สะท้อนกลับมีค่ามาก ก็จะส่งผลให้ค่า Return Loss มีค่าน้อย ดังนั้นค่าตัวเลข Return Loss ยิ่งมีค่ามากยิ่งดี



ปัญหาของการเกิดค่า Return Loss มักจะเกิดจากค่าความต้านทานเป็นหลัก เช่น การต่อสายที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งมักจะเกิดจากการเข้าใจผิดว่า สาย LAN เหมือนสายไฟฟ้า การนำสายมาต่อกันเหมือนสายไฟฟ้าจะทำให้ค่าความต้านทานบริเวณที่จุดต่อสายมีค่าความต้านทานสูงขึ้น ทำให้เกิดค่า Return Loss สูงขึ้นด้วย, การเกิดคราบออกไซด์ที่หัวของหัว RJ-45 และ Outlet ซึ่งจะทำให้เกิดค่าความต้านทานสูงขึ้นและทำให้เกิดค่า Return Loss ขึ้น

### Attenuation Crosstalk Ratio Far-end. (ACR-F)

ACR-F เป็นชื่อใหม่ที่ระบุไว้ใน ANSI/TIA-568B-C.2 รวมถึง ISO/IEC 11801 ซึ่งใช้เรียกแทน Equal Level Far End Crosstalk (ELFEXT)

ค่า ACR-F เป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณ โดยจะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณการรบกวนของสัญญาณข้ามคู่สาย ที่เกิดจากคู่สายส่งและมีสัญญาณเหนี่ยวนำจากคู่สายส่งไปรบกวนคู่สายรับทางด้านปลายทาง (FEXT) กับการลดทอนของสัญญาณ (Insertion Loss) โดยค่า ACR-F ยิ่งมากยิ่งดี

$$ACR-F = FEXT - INSERTION LOSS$$

โดยส่วนใหญ่ถ้าค่า ACR-F ไม่ผ่านปัญหามักจะเกิดจากสายสัญญาณเครือข่าย

## การทดสอบและการ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย ด้วยเครื่อง Cable IQ



Cable IQ สามารถทำการ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย ว่าสามารถรองรับความเร็วระบบเครือข่ายแบบ 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T และ VoIP ได้หรือไม่? ซึ่งจะมีการกำหนดพารามิเตอร์ในการทดสอบ เช่น การเข้าหัวสาย (Wiremap), ความยาวสาย (Length), ค่าความแตกต่างของเวลาเดินทางของสัญญาณทั้ง 4 คู่สาย (Delay Skew), การรบกวนข้ามคู่สาย (Crosstalk), การลดทอนของสัญญาณ (Insertion Loss), การสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนกลับ (Return Loss) และค่าความแตกต่างระหว่างการรบกวนข้ามคู่สาย ทางด้านปลายทางกับการลดทอนของสัญญาณ (ACR-F)

ซึ่งจะมีการกำหนดให้ทดสอบในระบบเครือข่ายแบบ 1000BASE-T ในกรณีของสายโทรศัพท์และสาย Coaxial จะเป็นการตรวจสอบเพียงแค่การเข้าหัวสาย (Wiremap) และความยาวสาย (Length) แต่ไม่มีค่า Limit ในส่วนของความ

ยาว ซึ่งผู้ทดสอบจะต้องกำหนดค่าความเร็วของระบบเครือข่ายที่ต้องการทดสอบที่ตัว Cable IQ ก่อน เช่น 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T และ VoIP แล้วจึง

ทำการทดสอบสายสัญญาณ, ดูผลการทดสอบ, บันทึกผลการทดสอบและจัดทำรายงานผลการทดสอบ

Test	Wiremap <sup>1</sup>	Length	Delay Skew	Signal Performance <sup>2</sup>
1000BASE-T	•	•	•	•
100BASE-TX	•	•		•
10BASE-T over twisted pair	•	•		•
VoIP	•	•		•
Wiremap	•	• <sup>3</sup>		
1394b S100 (Firewire)	•	•		•
Telco	•	• <sup>3</sup>		
Coax (75 Ω)	• <sup>4</sup>	• <sup>3</sup>		

1. Wiremap adapter or remote ID locator required for complete wiremap testing.
2. Crosstalk, insertion loss (attenuation), and return loss are tested. For 1000BASE-T, ELFEXT (equal-level far-end crosstalk) is also tested.
3. The test has no length limit, so the length test always passes.
4. Wiremap for coaxial cable is shield and conductor continuity.

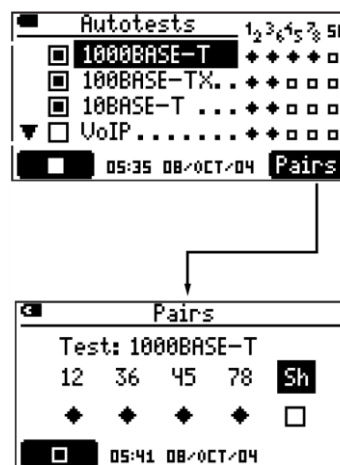
ตารางแสดงถึงพารามิเตอร์ในการ Qualification สายสัญญาณ

## การตั้งค่าการทดสอบ

ผู้ทดสอบจะต้องทำการตั้งค่าการทดสอบที่ตัวเครื่อง Cable IQ ก่อน โดยมีวิธีการดังนี้


- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง AUTOTEST แล้วกดปุ่ม **F1** หรือทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง SETUP แล้วกดปุ่ม **↓** เพื่อเลื่อนไฮไลต์ไปยัง Autotests แล้วกดปุ่ม **ENTER**
- ใช้ปุ่ม **↑** **↓** ในการเลื่อนไปยังค่าที่ต้องการทำการกำหนดให้ทดสอบโดยกดปุ่ม **F1** หรือ **ENTER** เพื่อทำการกำหนดให้ทดสอบ ☒ หรือไม่กำหนดให้ทดสอบ ☐
- ทำการระบุคู่สายที่ต้องการทดสอบเพิ่มเติม โดยการกดปุ่ม **F2** ซึ่งสัญลักษณ์ **+** จะหมายถึงมาตรฐานบังคับให้ทดสอบไม่สามารถแก้ไขได้ ส่วน ☒ และ ☐ จะเป็น Option ให้เลือกทดสอบหรือไม่ก็ได้ ซึ่งมาตรฐาน 10BASE-T และ 100BASE-TX จะใช้เพียงแค่ 2 คู่สาย คือ คู่ 1, 2 กับคู่ 3-6 แต่มาตรฐาน 1000BASE-T จะใช้ทั้ง 4 คู่สาย ส่วนสาย Shield ถือเป็น Option แต่ในการติดตั้งระบบสายสัญญาณ

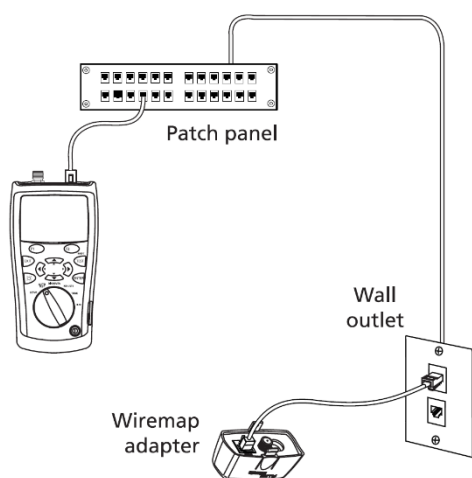
เครือข่าย จะต้องทำการทดสอบทั้ง 4 คู่สาย ในส่วนของสาย Shield จะทดสอบ หรือไม่ ขึ้นอยู่กับสายที่ทำการติดตั้ง



- กดปุ่ม **F2** เพื่อเข้าไปกำหนดคู่สายที่ต้องการให้ทดสอบเพิ่มเติม ใช้ปุ่ม **↑** **↓** เพื่อเลื่อนไปยังคู่สายที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม **F1** หรือ **ENTER** เพื่อทำการกำหนดให้ทดสอบ ☒
- กดปุ่ม **EXIT** เพื่อบันทึกค่าและออกจากเมนู

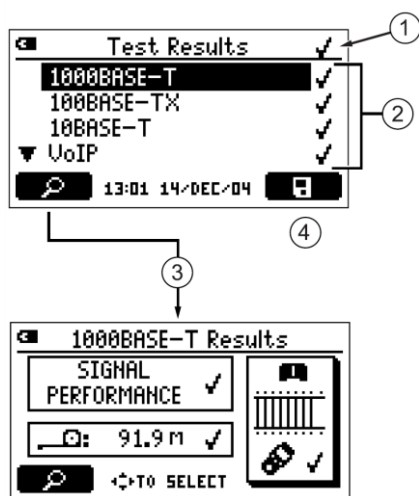
- ทำการต่อสายที่ต้องการทดสอบเข้ากับพอร์ต RJ-45 ที่เครื่อง Cable IQ และปลายสายต่ออยู่กับ Wiremap Adapter ในกรณีที่ใช้สาย Patch Cord ควรมีความยาวสายมากกว่า 2 เมตร และควรเป็นสาย Category เดียวกับระบบสายที่ทำการติดตั้ง เช่น ถ้าติดตั้งสาย Cat 6A ก็ต้องใช้สาย Patch Cord Cat 6A ที่มีความยาว 2 เมตรขึ้นไป

- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง AUTOTEST
- กดปุ่ม  ถ้าไม่ได้ต่อ Wiremap Adapter Cable IQ จะไม่สามารถทำการ Qualification สายสัญญาณได้



ภาพแสดงการต่อสายเพื่อทำการ Qualification  
สายสัญญาณเครือข่าย

## หน้าจอแสดงผลการ Qualification





### 1. ภาพรวมของผลการทดสอบแบบ Autotests

## 2. ผลการทดสอบในแต่ละชนิด




✓ สายสัญญาณเครือข่ายที่ทดสอบผ่านการ Qualification ตามมาตรฐานที่กำหนดให้ทดสอบ

i Cable IQ ไม่สามารถตรวจพบ Wiremap Adapter ซึ่งอาจเกิดจากไม่ได้ต่อ หรือ Wiremap Adapter ขำรุด จะแสดงผลเป็นเพียง Information ให้ทราบไม่มีเกณฑ์ในการตัดสิน Pass/Fail




✗ สายสัญญาณเครือข่ายที่ทดสอบไม่ผ่านการ Qualification ตามมาตรฐานที่กำหนดให้ทดสอบ



ใช้ปุ่ม   เพื่อเลื่อนไปดูยังผลการทดสอบค่าอื่นๆ

## 3. ดูผลการทดสอบ

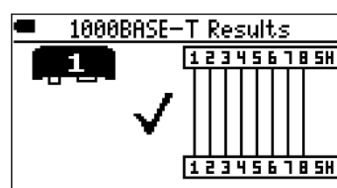
• ใช้ปุ่ม   หรือ  เพื่อเข้าไปดูผลการทดสอบ

## 4. บันทึกผลการทดสอบ

• ใช้ปุ่ม   และ  เพื่อทำการกำหนด Site, Location และ Outlet ซึ่งสามารถกำหนดได้สูงสุด 17 ตัวอักษร ในแต่ละรายการ

• ใช้ปุ่ม   เพื่อบันทึกผลการทดสอบ Cable IQ สามารถทำการบันทึกผลการทดสอบได้ถึง 250 ผลรายงานการทดสอบ

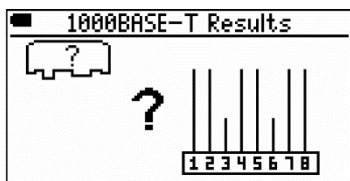
## ตัวอย่างผลการทดสอบ Wiremap



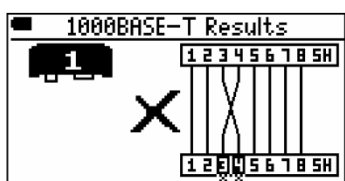
• การเข้าหวัปกติ ปลายทางต่ออยู่กับ Wiremap Adapter หมายเลข 1



- การเข้าหัวไม่ผ่าน สายเส้นที่ 3 ขาดช่วงกลางสาย นับจากตัวเครื่อง Cable IQ



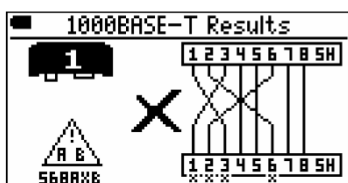
- Cable IQ ไม่สามารถตรวจพบ Wiremap Adapter และสายเส้นที่ 3 และ 6 ขาดช่วงกลางสาย



- การเข้าหัวไม่ผ่านผลการทดสอบ สายเส้นที่ 3 และ 4 เข้าหัวสลับกัน แก้ไขโดยการเข้าหัวใหม่ ซึ่งผู้ทดสอบต้องทำการตรวจสอบการเข้าหัวทั้งสองฝั่งก่อนที่จะทำการตัดหัวและเข้าหัวใหม่

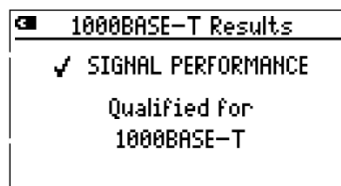


- การเข้าหัวไม่ผ่านผลการทดสอบ มีการเข้าหัวสายแบบแยกคู่ (Split pair) ซึ่งจะเป็นการหัวเหมือนกันทั้งสองด้าน แต่ไม่เรียงสีตามมาตรฐาน ซึ่งการทดสอบด้วย LED จะไม่สามารถตรวจพบปัญหานี้ได้



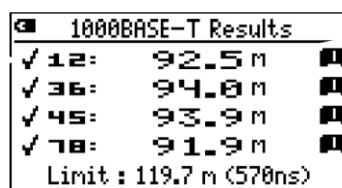
- การเข้าหัวไม่ผ่านผลการทดสอบ เพราะเป็นสายไขว้

## ตัวอย่างผลการทดสอบ Signal Performance

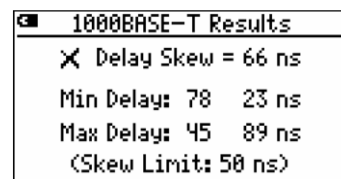


- สายสัญญาณเครือข่ายที่ติดตั้ง ผ่านการ Qualification สามารถรองรับความเร็วระบบเครือข่าย 1000BASE-T ซึ่ง Cable IQ จะสามารถตรวจสอบปัญหาของ Signal Performance เช่น Crosstalk, Insertion Loss และ Return Loss ได้

## ตัวอย่างผลการทดสอบ Length



- สายที่ทดสอบสามารถรองรับ 1000BASE-T และแสดงถึงความยาวในแต่ละคู่สายที่ทดสอบและแสดงค่า Limit ของความยาวไม่เกิน 119.7 เมตร และค่า Propagation Delay ไม่เกิน 570 ns



- สายที่ทดสอบไม่สามารถรองรับ 1000BASE-T ได้ เนื่องจากค่า Delay Skew ไม่ผ่าน คู่ 7, 8 ใช้เวลาน้อยที่สุด 23 ns และคู่ 4, 5 ใช้เวลามากที่สุด 89 ns ซึ่งค่า Limit ของ Delay Skew ต้องไม่เกิน 50 ns สำหรับ 1000BASE-T

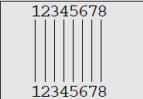


## ตัวอย่างรายงานผลการ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย

Cable ID: Building: Office: 3

Written notes:

Qualified: ✓ 1000BASE-T; 100BASE-TX; 10BASE-T; Voice Over IP; Wiremap Only; Telco

Date	Time	Length	Version	S/N	
08-Dec-2005	13:22:42	34.6 m	V0.05.04	00000005	

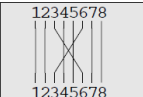
- สายสัญญาณที่ทดสอบผ่านการ Qualification สามารถรองรับ 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, VoIP, Wiremap และ Telco ได้

Cable ID: Building: Office: 7

Written notes:

Disqualified: ✗ 1000BASE-T  
✗ 100BASE-TX  
✗ 10BASE-T  
✗ Voice Over IP  
✗ Wiremap Only  
✗ Telco

Reason: Wiremap  
Reason: Wiremap  
Reason: Wiremap  
Reason: Wiremap  
Reason: Wiremap  
Reason: Wiremap

Date	Time	Length	Version	S/N	
08-Dec-2005	15:36:32	13.4 m	V0.05.04	00000005	

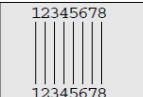
- สายสัญญาณที่ทดสอบผ่านการ Qualification ไม่สามารถรองรับ 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, VoIP, Wiremap และ Telco ได้ สาเหตุเนื่องจากการเข้าหัวสายผิด

Cable ID: Building: Office: 2

Written notes:

Qualified: ✓ 10BASE-T; Wiremap Only; Telco  
Disqualified: ✗ 1000BASE-T  
✗ 100BASE-TX  
✗ Voice Over IP

Reason: Crosstalk fault @ 18.9 m  
Reason: Crosstalk fault @ 18.5 m  
Reason: Crosstalk fault @ 18.5 m

Date	Time	Length	Version	S/N	
08-Dec-05	13:05:27	50.2 m	V0.05.04	00000005	

- สายสัญญาณที่ทดสอบผ่านการ Qualification ได้เฉพาะ 10BASE-T แต่ไม่ผ่านการ Qualification ตามมาตรฐาน 100BASE-TX และ 1000BASE-T เนื่องจากเกิด Crosstalk ที่ระยะ 18.5 เมตร สาเหตุอาจเกิดจากการที่สายถูกดึงด้วยแรงดึงที่มากเกินไป ทำให้เกลียวของสายยืดและสายมีความยาว 50.2 เมตร

Cable ID: Building: Office: 5

Written notes:

Qualified: ✓ Wiremap Only; Telco  
Disqualified: ✗ 1000BASE-T  
✗ 100BASE-TX  
✗ 10BASE-T  
✗ Voice Over IP

Reason: Excessive Length  
Reason: Excessive Length  
Reason: Excessive Length  
Reason: Excessive Length

Date	Time	Length	Version	S/N	
08-Dec-05	13:56:18	321 m	V0.05.04	00000005	

- สายสัญญาณที่ทดสอบไม่ผ่านการ Qualification การเข้าหัวปกติ สายมีความยาว 321 เมตร ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ไม่ผ่านการ Qualification

Cable ID: Building: Office: 8

Written notes:

Qualified:  Telco  
Disqualified:  1000BASE-T  
 100BASE-TX  
 10BASE-T  
 Voice Over IP  
 Wiremap Only


Reason: Wiremap (Split Pairs)  
Reason: Wiremap (Split Pairs)  
Reason: Wiremap (Split Pairs)  
Reason: Wiremap (Split Pairs)  
Reason: Wiremap (Split Pairs)



Date	Time	Length	Version	S/N	
08-Dec-05	15:52:13	20.6 m	V0.05.04	00000005	

• สายสัญญาณที่ทดสอบไม่ผ่านการ Qualification สาเหตุเนื่องจากการเข้าหัวไม่เรียงสีตามมาตรฐาน T568A หรือ T568B แต่เรียงสีเหมือนกันซึ่งจะเป็นการเข้าแบบแยกคู่ (Split Pairs) ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาการรบกวนข้ามคู่สาย (NEXT) แต่สายเส้นนี้จะรองรับเฉพาะโทรศัพท์ที่ได้เพียงอย่างเดียว

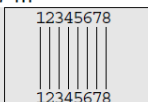
Cable ID: PIRIY02 SERVER 23

Written notes:

Qualified:  10BASE-T; Voice Over IP; Wiremap Only

Disqualified:  1000BASE-T  
 100BASE-TX

Reason: Crosstalk fault @ 1.7 m  
Reason: Crosstalk fault @ 1.7 m

Date	Time	Length	Version	S/N	
4/1/2010	3:22:51 PM	2.7 m	V1.20.00	8840002	

• สายสัญญาณที่ทดสอบมีปัญหาในเรื่องของคุณภาพของสายและการรบกวนข้ามคู่สาย สาเหตุอาจเกิดจากการใช้สาย หรือ หัว Connector ที่ไม่มีคุณภาพ

## ฟังก์ชันการทำงานของ Cable IQ

Cable IQ เป็นเครื่องทดสอบและ Qualification สายสัญญาณเครือข่าย ที่สามารถรองรับการทดสอบสายสัญญาณเครือข่ายได้ทั้ง สายโทรศัพท์, สาย Coaxial ที่มีค่า Impedance 75 และสาย LAN จึงทำให้ Cable IQ สามารถใช้ได้ทั้งในงานติดตั้งระบบสาย LAN, กล้องวงจรปิด และระบบสายโทรศัพท์ภายในอาคาร ซึ่ง Cable IQ จะมีฟังก์ชันการทำงานอื่นๆ ดังต่อไปนี้

### 1. รองรับการทดสอบสาย LAN, สายโทรศัพท์และสาย Coaxial 75 Ohm (F-Connector)

สำหรับสาย LAN (RJ-45) และสายโทรศัพท์ (RJ-11) จะต่อที่พอร์ต RJ-45 ในส่วนของสาย Coaxial จะใช้หัวต่อแบบ F-Connector ในกรณีที่ต้องการทดสอบหัว Connector แบบ BNC ก็สามารถซื้อหัวแปลง F-Type to BNC Connector ซึ่งจะมีขายทั่วไปตามร้านขายสาย หรือขายกล้องวงจรปิด



### 2. การตรวจสอบความพร้อมในการให้บริการของพอร์ต

จะเป็นการตรวจสอบสถานะของปลายทางว่ามีความพร้อมในการใช้งาน หรือไม่? ซึ่งเป็นงานที่ผู้ดูแลระบบเครือข่ายจะต้องดำเนินการตรวจสอบเป็นอย่างแรก

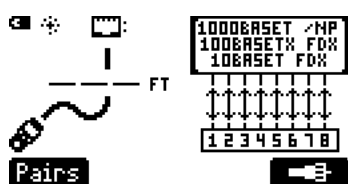
- ทำการต่อสายโทรศัพท์ (RJ-11) หรือสาย LAN (RJ-45) ต่อเข้ากับพอร์ต RJ-45 ในกรณีที่ใช้สาย Patch cord สาย Patch ควรมีความยาวตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป นำไปต่อเข้ากับพอร์ต RJ-45 ของ Cable IQ หรือในกรณีที่ต้องการทดสอบสาย Coaxial ก็ให้ทำการต่อสาย Coaxial เข้าที่พอร์ต F-Connector

- ทำการเปลี่ยนชนิดของพอร์ตที่ต้องการทดสอบ โดยกดปุ่ม **F2**

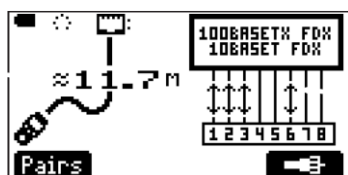
- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง Discovery



### ตัวอย่างการต่อ Cable IQ เพื่อตรวจสอบความพร้อมในการให้บริการของสาย LAN



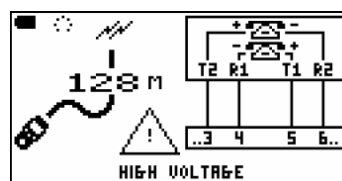
- ภาพแสดงผลการทดสอบในกรณีที่ต่ออยู่กับ Switch 10/100/1000 เครื่อง Cable IQ จะไม่แสดงความยาวสายในกรณีที่ Cable IQ ต่ออยู่กับ Switch แบบ 10/100/1000 เพราะว่าการเชื่อมต่อแบบ 1000BASE-T จะใช้คู่สายทั้ง 4 คู่สายในการเชื่อมต่อ



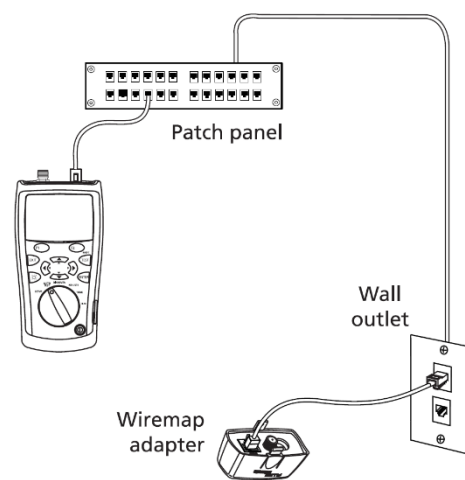
- ภาพแสดงผลการทดสอบในกรณีที่ปลายทางต่ออยู่กับ Switch 10/100 สายมีความยาวประมาณ 11.7 เมตร เนื่องจาก 10BASE-T และ 100BASE-TX จะใช้คู่สายเพียงแค่ 2 คู่สายในการส่งและรับข้อมูล



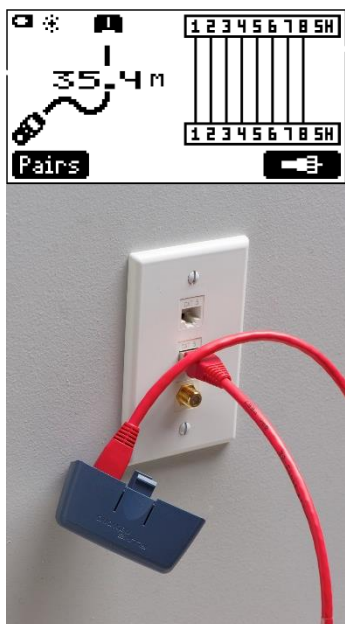
- ภาพแสดงผลการทดสอบในกรณีที่ปลายทางไม่ได้ต่ออยู่กับ Switch Cable IQ จะแสดงเป็นความยาวสายและในกรณีสายขาด หรือข้อผิดพลาด เครื่อง Cable IQ จะสามารถแสดงถึงระยะขาด หรือข้อผิดพลาดได้ โดยการกดปุ่ม **F1** เพื่อแสดงถึงความยาวในแต่ละคู่สาย จากด้านบนสายมีความยาว 92 เมตร คู่ที่ 1-2 ข้อต่อบริเวณต้นทางด้านที่ต่อกับ Cable IQ



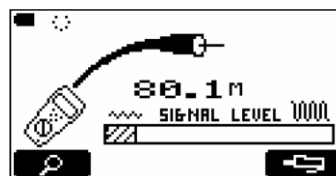
- ภาพแสดงผลการทดสอบในกรณีที่ปลายทางต่ออยู่กับตู้สาขาโทรศัพท์



- ภาพแสดงการต่อ Cable IQ เข้ากับ Wiremap Adapter



มีสัญญาณปรากฏอยู่ในสายสัญญาณ เช่น  
ปลายทางต่ออยู่กับกล่องวงจรปิด หรือ DVR



• ภาพแสดงผลการทดสอบในกรณีที่ปลายสาย Coaxial  
ไม่ได้ต่ออยู่กับ Wiremap Adapter หรืออุปกรณ์ใดๆ Cable  
IQ จะแสดงเป็นความยาวสาย ซึ่ง Cable IQ จะแสดงกราฟ  
ระดับของสัญญาณในกรณีที่ไม่ได้ต่ออยู่กับ Wiremap  
Adapter

• ภาพแสดงผลการทดสอบในกรณีที่ปลายทางต่ออยู่กับ  
Wiremap Adapter เครื่อง Cable IQ จะแสดงเป็นความยาว  
ของคู่สาย จากภาพเป็นการตรวจสอบการเข้าหัวสายแบบ  
สายตรง และสายมีความยาว 35.4 เมตร ในกรณีที่ต้องการ  
ทราบความยาวในแต่ละคู่สายผู้ทดสอบก็ทำการกดปุ่ม (F1)  
ก็จะสามารถแสดงถึงความยาวในแต่ละคู่สายและสถานะการ  
Termination ทางด้านปลายสาย

	Pairs	
12:	36.3m	■
36:	35.5m	■
45:	35.5m	■
78:	36.3m	■

• ภาพแสดงความยาวสายของแต่ละคู่สายและ  
ปลายทางต่ออยู่กับ Wiremap Adapter ซึ่งสถานะการ  
Termination ทางด้านปลายทางจะมีรูปแบบดังนี้



ปลายสายต่ออยู่กับ Wiremap

Adapter หรือ Remote ID locator



ปลายสายไม่ได้ต่ออยู่กับอุปกรณ์ใดๆ (Open)



ปลายสายช็อต (Short)



ปลายสายต่ออยู่กับ Switch หรือ Hub

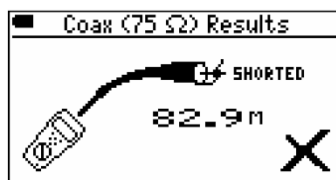


มีการตรวจพบแรงดันทางด้านปลายสาย เช่น

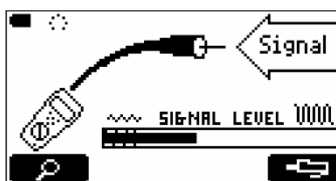
Power Over Ethernet (PoE), คู่สาย ISDN



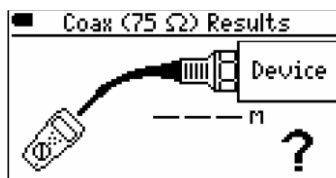
ปลายทางต่ออยู่กับตู้สาขาโทรศัพท์



• ภาพแสดงถึงสาย Coaxial ช็อตที่ระยะ 82.9 เมตร



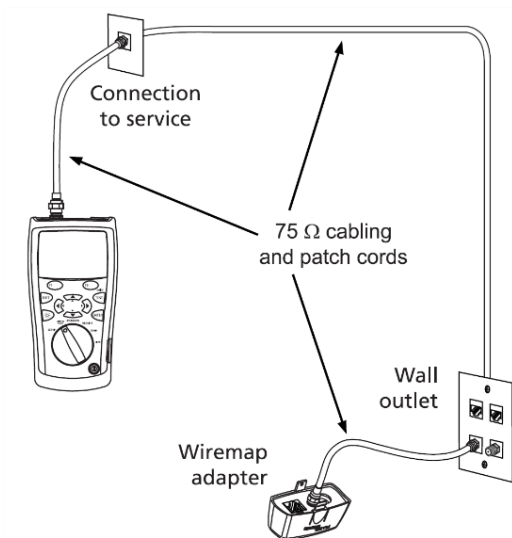
• ภาพแสดงปลายสาย Coaxial ต่ออยู่กับ VCR, DVD  
Player, กล่องวงจรปิด, เส้าอากาศ หรือจานดาวเทียม โดย  
Cable IQ สามารถตรวจพบระดับสัญญาณที่อยู่ในช่วง  
ความถี่ (40 - 150MHz)



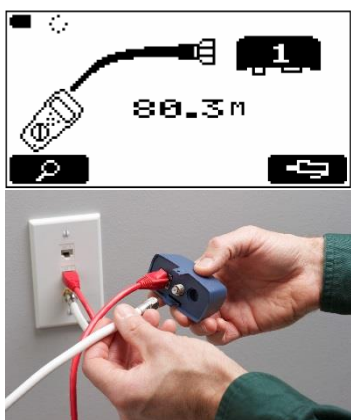
• ภาพแสดงผลการทดสอบ ในกรณีที่ปลายสาย  
Coaxial ต่ออยู่กับ TV, VCR, DVD Player, จานดาวเทียม



หรือเสาอากาศ โดยอุปกรณ์ดังกล่าวปิดอยู่ หรือสัญญาณที่ตรวจไม่พบ



- ภาพแสดงการต่อ Wiremap Adapter เพื่อทดสอบสาย Coaxial

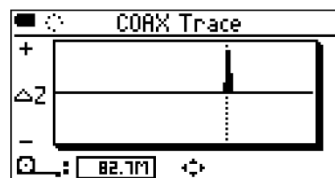


- ภาพแสดงปลายสาย Coaxial ต่ออยู่กับ Wiremap Adapter และสายมีความยาวสาย 80.3 เมตร

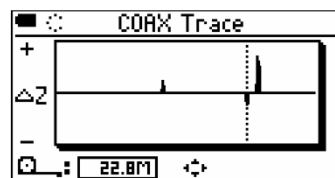
### 3. การ Discovery Mode ของสาย Coaxial เครื่อง Cable IQ

เครื่อง Cable IQ จะมีการกราฟ Time Domain Reflectometry (TDR) ซึ่งจะเป็นการส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีรูปร่าง หรือลักษณะเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม (Pulse) เข้าไปในสายและรอทำการตรวจสอบสัญญาณที่สะท้อนกลับ (Reflections) อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงจาก

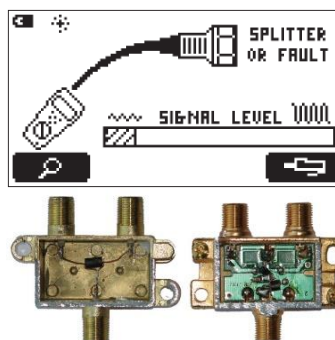
Impedance ของสายสัญญาณ โดยสัญญาณพัลส์ ที่สะท้อนกลับมามีเฟสเหมือนกัน (In Phase) ก็แสดงว่าสายสัญญาณที่ทดสอบนั้นขาด (Open) ซึ่งกราฟ TDR จะขึ้นทางด้านบน แต่ถ้าสัญญาณพัลส์ ที่สะท้อนกลับมามีเฟสต่างกัน (Out of Phase) กราฟของ TDR จะลงทางด้านล่าง แต่ถ้าไม่มีสัญญาณสะท้อนกลับแสดงว่าปลายสายต่ออยู่กับอุปกรณ์



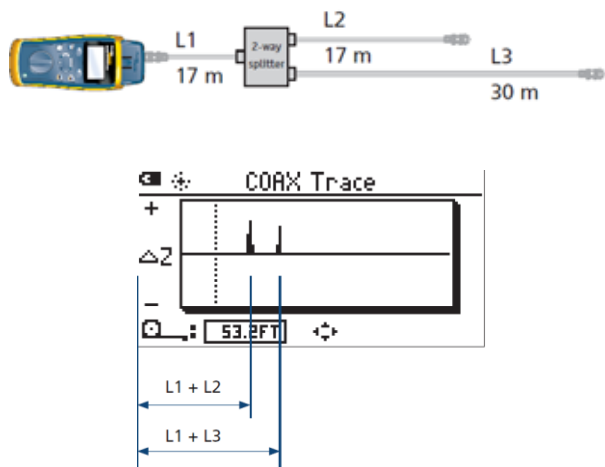
- ภาพแสดง TDR กราฟ ในกรณีที่ปลายสายขาด (Open) ที่ระยะ 82.7 เมตร



- ภาพแสดง TDR กราฟในกรณีที่สาย Coaxial ที่ติดตั้งมีค่า Impedance ของสายที่แตกต่างกัน ที่ความยาว 22.8 เมตร โดยจุดที่กราฟ TDR ขึ้นด้านบนจุดแรกจะแสดงถึงจุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงค่า Impedance มากกว่าสาย Coaxial ที่ติดตั้งและจุดที่สองที่กราฟ TDR ลงด้านล่างคือตำแหน่งที่สินค้าของสายที่มีค่า Impedance แตกต่างกัน และจุดที่สาม คือปลายสายที่ค่า Impedance ปกติ โดยผู้ใช้งานสามารถทำการเลื่อน Marker ที่เป็นเส้นประ โดยการกดปุ่มลูกศรซ้าย-ขวา เพื่อเลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะทราบระยะที่ค่า Impedance เริ่มเปลี่ยนแปลง



- ภาพแสดงการทดสอบสาย Coaxial ที่มีการต่อกับ Splitter ผู้ทดสอบสามารถกดปุ่ม **F1** เพื่อแสดงเป็น TDR กราฟ



- ภาพแสดง TDR กราฟ เมื่อมีการต่ออยู่กับ Splitter

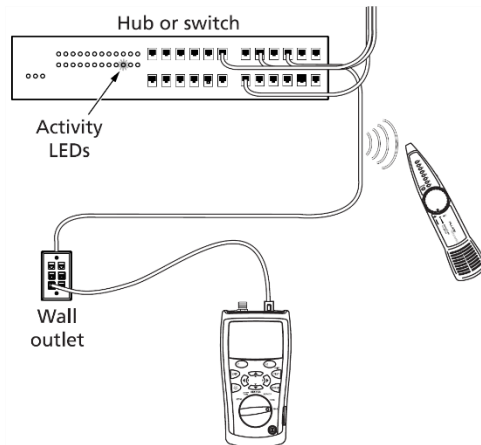
#### 4. การตรวจสอบว่าสายที่ต่ออยู่กับเครื่อง Cable IQ ต่ออยู่ที่พอร์ตไหนของ Hub หรือ Switch

การส่งสัญญาณไปกระพริบที่พอร์ตของ Hub หรือ Switch เพื่อทำการตรวจสอบว่าสายที่ต่ออยู่กับเครื่อง Cable IQ ต่ออยู่ที่พอร์ตไหนของ Hub หรือ Switch โดย Cable IQ จะทำการส่งสัญญาณพัลส์ไปในคู่สาย 1, 2 และ 3, 6 เพื่อไปกระพริบที่พอร์ตของ Hub หรือ Switch ให้ติด-ดับและทำการส่งสัญญาณโทนแบบ Analog ไปพร้อมกันเพื่อทำการค้นหาปลายสายด้วยเสียง แต่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมรุ่น MT-8200-63A IntelliTone 200 Probe โดยทำการปรับ Rotary Switch ของตัวโพรบไปที่ตำแหน่ง **III** แล้วฟังเสียงจากตัวโพรบ

- ทำการต่อสาย LAN เข้าที่พอร์ต RJ-45 ทางด้านบนของเครื่อง Cable IQ
- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง DIAG
- ใช้ปุ่ม **ENTER** เพื่อเลื่อนไฮไลต์ ไปยังตำแหน่ง Blink Port Light แล้วกดปุ่ม **F1**
- กดปุ่ม **F2** ถ้าต้องการกำหนดความเร็วในการกระพริบ ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 แบบคือ Slow (4 วินาที) กับ Fast (2 วินาที)

แต่ปัญหาในการส่งสัญญาณไปกระพริบที่พอร์ตของ Switch จะไม่สามารถทำงานได้ถ้า Hub ไม่มีฟังก์ชัน Auto

Negotiating หรือพอร์ตที่มีการใช้เวลาในการตรวจสอบ Loop หรือ Spanning Tree ก่อนที่จะเริ่มอนุญาตให้พอร์ตที่เชื่อมต่อสามารถใช้งานได้



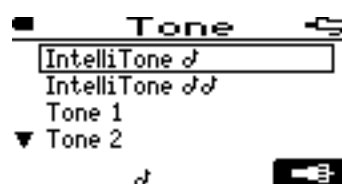
ภาพแสดงการต่อสายเพื่อทำการกระพริบพอร์ตของ Hub หรือ Switch

#### 5. การค้นหาปลายสายด้วยเสียง Cable IQ


สามารถทำการค้นหาปลายสายด้วยเสียง ด้วยการส่งสัญญาณโทนแบบ IntelliTone ซึ่งจะเหมาะสมสำหรับการค้นหาสาย LAN หรือโทนแบบ Analog จะเหมาะสมสำหรับการค้นหา







สายโทรศัพท์ โดยเครื่อง Cable IQ จะส่งสัญญาณโทนเข้าไปในสายสัญญาณ แล้วใช้อุปกรณ์เสริมรุ่น MT-8200-63A IntelliTone 200 Probe เพื่อจับสัญญาณโหนดังกล่าว มาแสดงเป็นระดับ LED และเสียงที่ตัวโพรบ แต่ในกรณีที่ส่งสัญญาณโทนแบบ Analog ที่ตัวโพรบจะแสดงเป็นเสียงเพียงอย่างเดียว




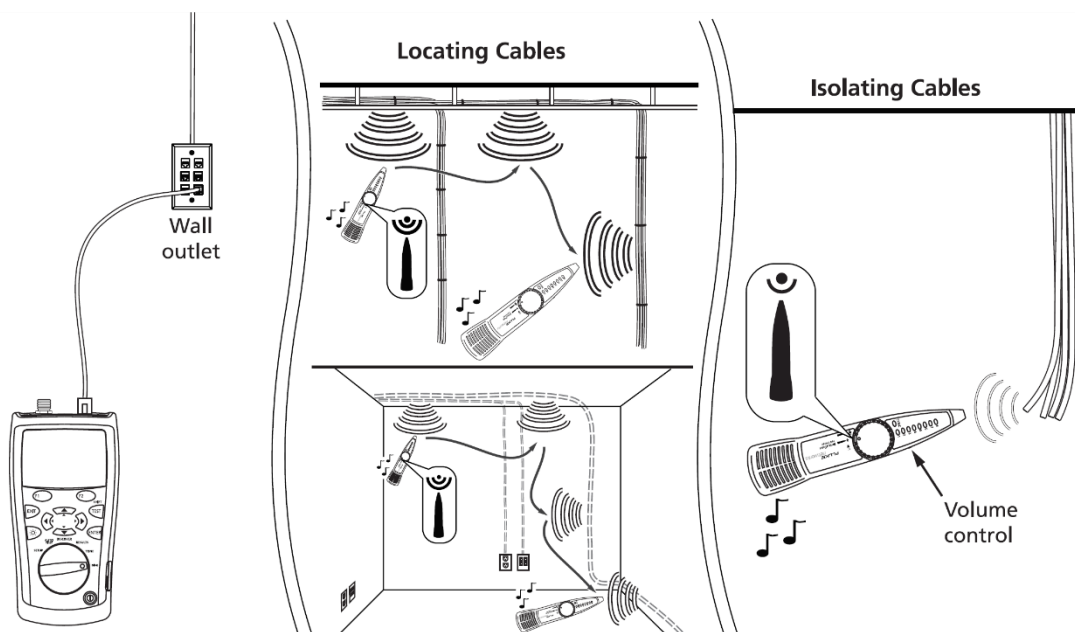
- นำสาย LAN หรือสายโทรศัพท์ต่อเข้ากับพอร์ต RJ-45 ของเครื่อง Cable IQ

- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง Tone
- กดปุ่ม  เพื่อเลือกไฮไลต์ เพื่อทำการเลือกสัญญาณโทนที่ต้องการส่ง

- กดปุ่ม  ถ้าต้องการเปลี่ยนเป็นพอร์ตทดสอบ
- กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการส่งสัญญาณโทน
- ถ้า Cable IQ ทำการส่งสัญญาณโทนเป็นแบบ IntelliTone ที่ตัวโพรบให้ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง  ในกรณีที่ต้องการค้นหาแนวสาย หรือที่

ตำแหน่ง  ในกรณีที่ต้องการค้นหาปลายสาย นำโพรบไปแตะที่สายที่ต้องการค้นหา ถ้าสายเส้นไหนมีเสียงดัง LED ติดถึงเลข 8 และ LED Sync ติด แสดงว่าเป็นสายที่ต้องการค้นหา

- ถ้า Cable IQ ทำการส่งสัญญาณโทนเป็นแบบ Analog (Tone 1, Tone 2) ที่ตัวโพรบให้ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง  นำโพรบไปแตะที่สายที่ต้องการค้นหา ถ้าสายเส้นไหนมีเสียงดังกว่าเส้นอื่นๆ ก็แสดงว่าเป็นเส้นที่ต้องการค้นหา



ภาพแสดงการต่อสายเพื่อทำการค้นหาปลายสายด้วยเสียง

## 6. การตรวจสอบการเข้าหัวสาย (Wiremap) ด้วย Probe

เนื่องจากการส่งสัญญาณโทนไม่ว่าทั้งแบบ IntelliTone หรือ Analog ก็จะมีการเหนี่ยวนำสัญญาณโทนไปยังคู่สายข้างที่อยู่ใกล้ๆ ด้วย ทำให้ไม่แน่ใจว่าใช้สายที่ต้องการค้นหาหรือไม่ ในการส่งสัญญาณแบบ IntelliTone นั้นตัวโพรบจะสามารถทำการระบุปลายสายและตรวจสอบการเข้าหัวสาย (Wiremap)

- นำสายที่ต้องการตรวจสอบเสียบเข้าพอร์ต RJ-45 ทางด้านท้ายของตัวโพรบ

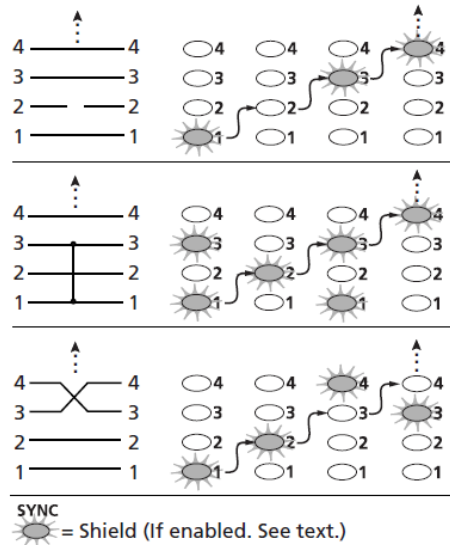
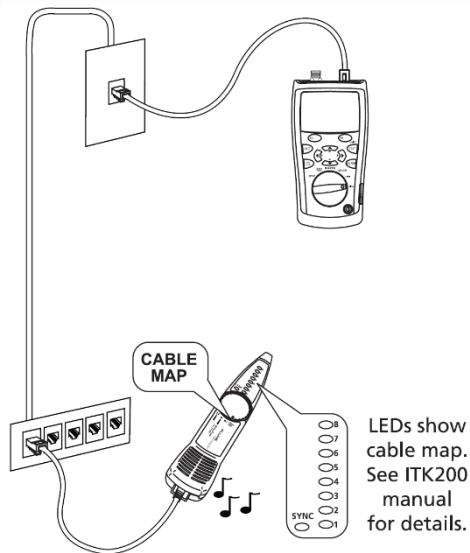
- ที่ตัวโพรบให้ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง Cable Map ให้ดูการแสดงผลที่ LED

- ถ้า LED ติดไล่เรียงจาก 1-8 และ LED SYNC จะใช้แสดงสาย Shield ก็แสดงว่าเป็นสายที่ต่ออยู่กับ Cable IQ และเข้าหัวถูกต้อง

- ถ้าสายเส้นไหนขาด LED ของสายเส้นที่ขาดก็จะไม่ติด

- ถ้าคู่สายช็อตกัน LED จะติดพร้อมกันระหว่างคู่ที่ช็อต

- ถ้าเข้าหัวสาย LAN สลับกัน LED จะไม่ติดเรียงลำดับ 1-8



ภาพแสดงการต่อสายเพื่อทำการตรวจสอบ Wiremap

## 7. การทดสอบลำโพง

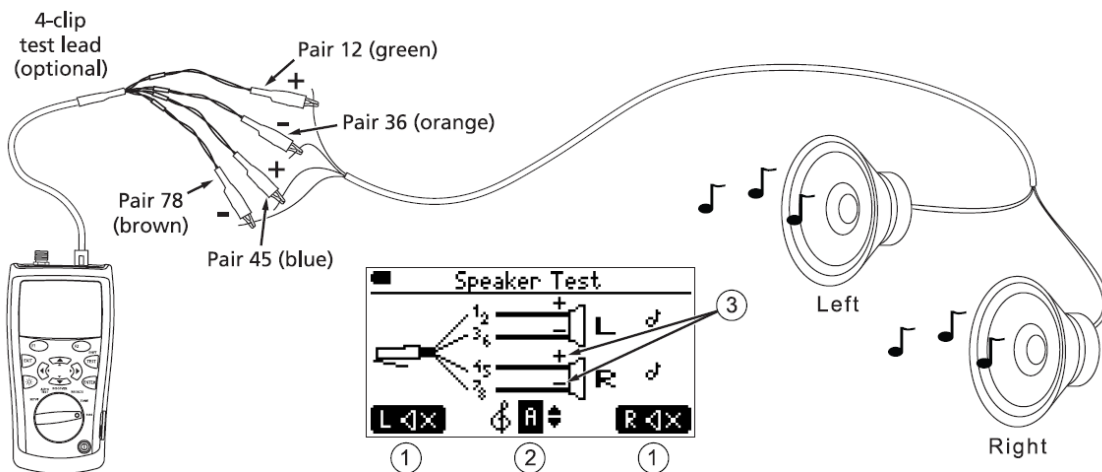
ในปัจจุบันหลายหน่วยงานมีการติดตั้งลำโพง เพื่อใช้ในการประกาศข่าวสารภายใน Cable IQ สามารถทำการทดสอบลำโพงว่าสามารถใช้งานได้ หรือไม่ได้ แต่ต้องมีการประยุกต์การต่อสายเล็กน้อย ดังภาพด้านล่าง

- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง DIAG

• กดปุ่ม เพื่อเลื่อนไฮไลต์ ไปยังตำแหน่ง Speaker Test กดปุ่ม หรือ

- ถ้าลำโพงปกติ จะได้ยินเสียงออกจากลำโพง

• กดปุ่ม เพื่อปิด หรือเปิดการทดสอบลำโพง ด้านซ้าย หรือ เพื่อปิด หรือเปิดการทดสอบลำโพง ด้านขวา



ภาพแสดงการต่อสายเพื่อทำการทดสอบลำโพง

## 8. การทดสอบความต่อเนื่องของสาย (Continuity)



เครื่อง Cable IQ สามารถทำการทดสอบความต่อเนื่องของสายที่มีค่าความต้านทานอยู่ระหว่าง  $500\Omega$  -  $5,000\Omega$  โดยใช้คู่มือ 1-2 ในการทดสอบซึ่งถ้าสายมีค่าความต้านทานสูงมากเกินไป ก็จะไม่สามารถทำการส่งและรับข้อมูลได้ ปกติ

การทดสอบ Continuity จะใช้สำหรับตรวจสอบสายโทรศัพท์ หรือสาย Coaxial หรือสายสัญญาณในงาน Access Control

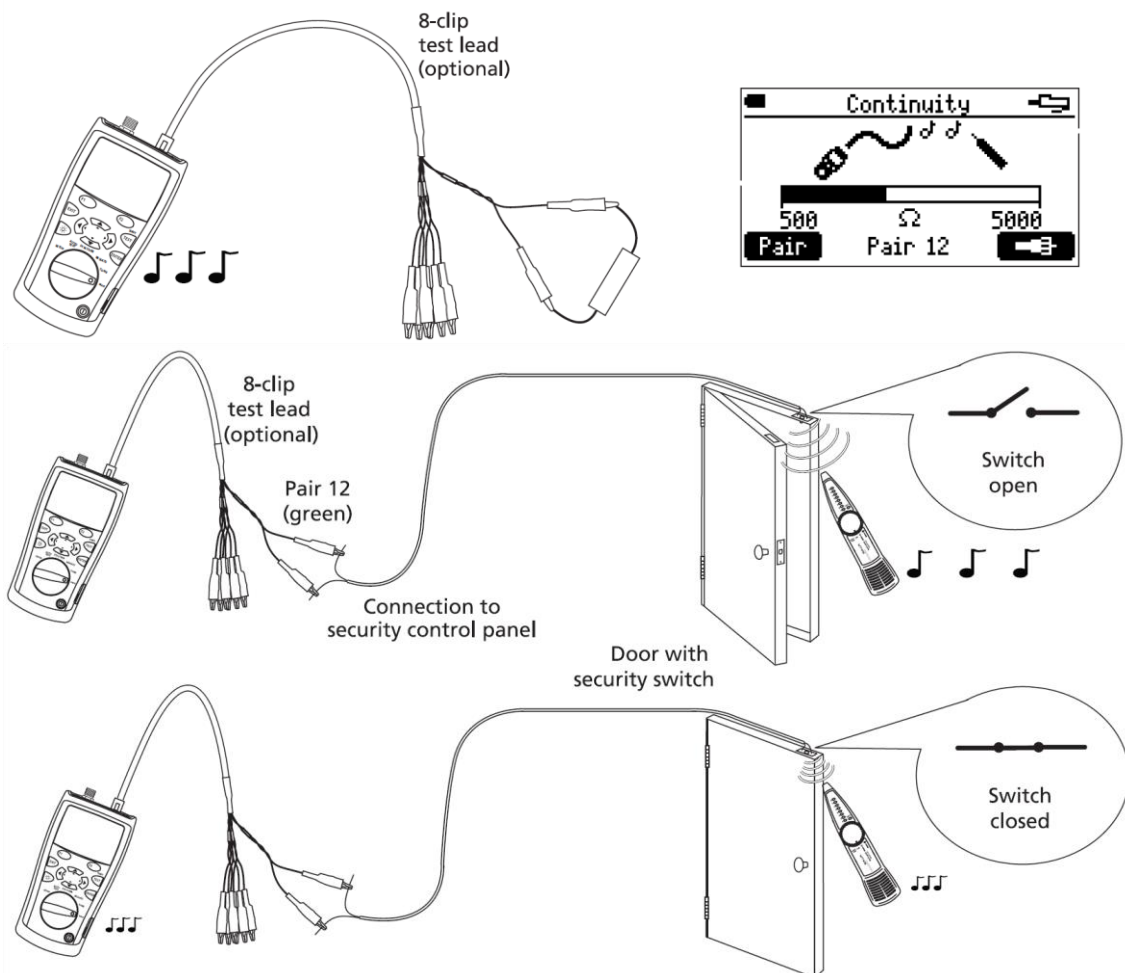
- ทำการตรวจสอบให้แน่ใจว่าสายที่ทดสอบไม่มีแรงดันและทำการต่อสายโดยใช้คู่มือ 1-2

- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง DIAG



- กดปุ่ม  เพื่อเลื่อนไฮไลต์ไปยังตำแหน่ง Continuity กดปุ่ม  หรือ 
- ถ้าสายที่ทดสอบมีค่าความต้านอยู่ในช่วง 500Ω - 5,000Ω ก็จะได้ยินเสียง Beep และจะแสดงค่าความ

ต้านทานของสายโดยประมาณที่หน้าจอ แต่ถ้าความต้านทานเกินกว่าช่วงที่ระบุก็จะไม่ได้ยินเสียง Beep














ภาพแสดงการใช้ Cable IQ ในการตรวจสอบ Switch เปิด-ปิดประตู

### 9. การค้นหาสาเหตุ Crosstalk และ Impedance Fault

Crosstalk จะเป็นสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการ ซึ่งจะเกิดจากการรบกวนข้ามคู่สายและ Impedance จะเป็นความต้านทานไฟฟ้ากระแสสลับ การเปลี่ยนแปลงของ Impedance จะทำให้เกิดการสูญเสียอันเนื่องจากการสะท้อนกลับ Cable IQ สามารถทำการค้นหาและคู่สายที่เกิดจาก Crosstalk Fault และ Impedance Fault ได้

- ทำการต่อสาย LAN เข้าที่พอร์ต RJ-45 ของเครื่อง Cable IQ โดยปลายสายไม่จำเป็นต้องต่อกับอุปกรณ์ หรือ Wiremap Adapter

- ทำการปรับ Rotary Switch ไปที่ตำแหน่ง DIAG
- กดปุ่ม  เพื่อเลื่อนไฮไลต์ ไปยังตำแหน่ง Find Crosstalk Fault หรือ Find Impedance Fault แล้วกดปุ่ม  หรือ 
- ทำการเปลี่ยนมาตรฐาน โดยการกดปุ่ม  หรือ , กดปุ่ม  เพื่อทำการเลือกมาตรฐานแล้วกดปุ่ม 
- ทำการเลือกคู่สาย ที่ต้องการทดสอบ โดยการกดปุ่ม  เพื่อเลื่อนไฮไลต์ ไปยังคู่สาย, กดปุ่ม  หรือ

F1, กดปุ่ม  เพื่อทำการเลือกคู่สายที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม 

• กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

<b>Cabling too short for diagnostics</b>	No cabling is connected to the tester, or the cabling is too short to test.
<b>Cabling too long for diagnostics</b>	The cabling's length is beyond the tester's range.
<b>No significant crosstalk No significant impedance fault</b>	The crosstalk or impedance is acceptable for the selected application.
<b>Crosstalk fault Impedance fault</b>	A localized crosstalk or impedance problem was detected. Localized faults are usually caused by bad connections. Check the cabling at the location given.
<b>Distributed crosstalk faults Distributed imped. faults</b>	Crosstalk or an impedance problem was detected along most or all of the cabling. The cabling is of poor quality or is the wrong category for the selected application.
<b>Marginal ELFEXT for 1000BASE-T</b>	Equal-level far-end crosstalk measurements are marginal.
<b>Short or possible bridge tap</b>	The impedance is very low at the location given. Check for a short or bridge tap.

ตารางแสดงผลการทดสอบ Crosstalk Fault และ Impedance Fault

### การรับรายงานผลการทดสอบ

ควรกำหนดให้ผู้ทดสอบทำการส่งผลการทดสอบทั้งในรูปแบบเอกสารและไฟล์ผลการทดสอบที่ทำการ Import จากเครื่องทดสอบโดยตรง ซึ่งจะมีนามสกุลไฟล์จะเป็น .ciq พร้อม Software ที่ใช้สำหรับการเปิดผลการทดสอบ



สอบถามรายละเอียดได้ที่ : คุณสมเกียรติ 08-5812-2182, คุณมนตรี 08-4659-4371