

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 WirelessHART

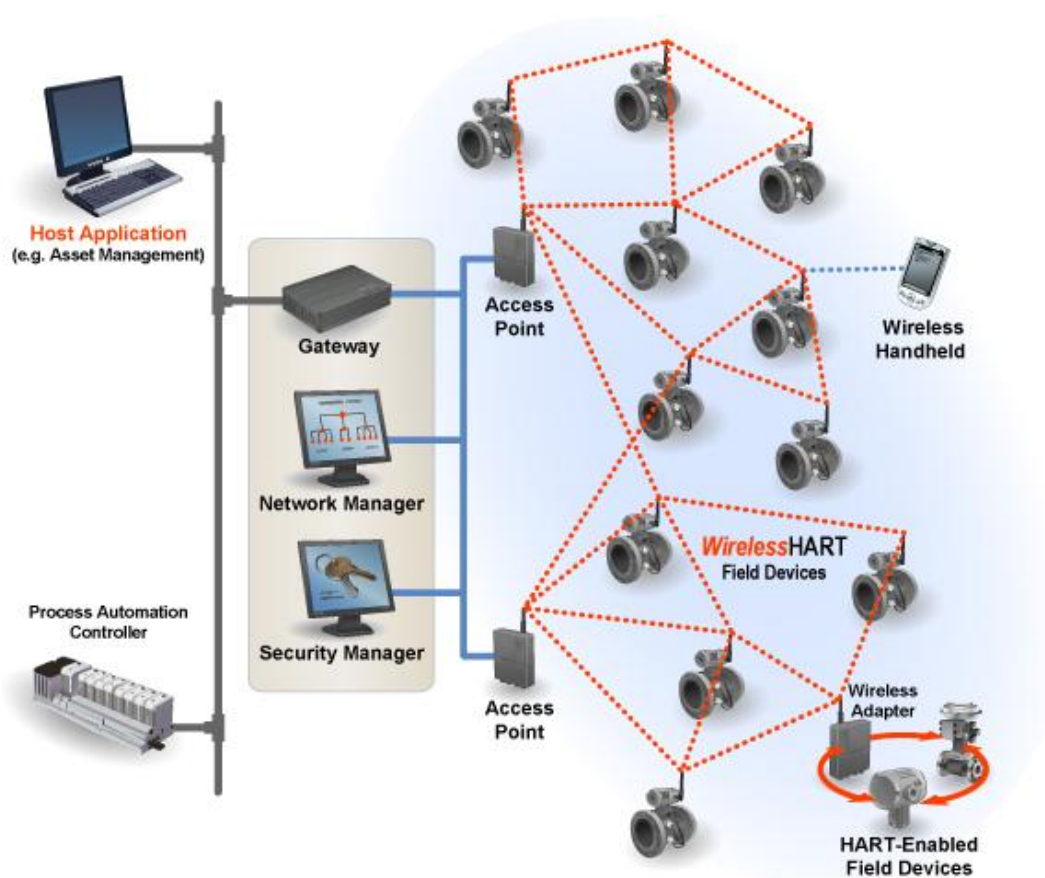
ขนาดของการส่งข้อมูลและความสามารถของเครือข่ายที่มากขึ้น ทำให้เทคโนโลยีระบบเครือข่ายแบบไร้สายในอุตสาหกรรม (Industrial Wireless LAN-IWLAN) มีการเติบโตอย่างสูงมากโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่เน้นระบบงานอัตโนมัติ

เทคโนโลยีเหล่านี้ ยังเหมาะสมสำหรับแอปพลิเคชันที่ต้องการการสื่อสารแบบ end-to-end ที่ต้องการความทนทาน ความน่าเชื่อถือสูงว่าจะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ล้มและการติดต่อทางวิทยุที่ต้องการความปลอดภัยสูง IWLAN เป็นมาตรฐานที่พัฒนาขยายมาจาก IEEE 802.11a/b/g และ n standards ที่ใช้ในการส่งสัญญาณที่ความเร็วตั้งแต่ 54-Mbit/s ไปจนถึงหลายร้อย Mbit/s นอกจากนั้นยังมีความสามารถส่งข้อมูลได้มากกว่ามาตรฐานการส่งสัญญาณแบบไร้สายอื่นๆ

โซลูชันที่มีความต้านทานต่ำ (low-latency solution) เป็นหัวใจสำคัญของของแอปพลิเคชันต่างๆ ที่ต้องการความสามารถเชื่อมต่อแบบ real-time อย่างเช่น การควบคุมดูแลกระบวนการทำงานที่ค่อนข้างวิกฤต ( monitoring critical processes) WirelessHARTเป็นคำตอบของความต้อการนี้ เพราะ WirelessHART เป็น Wireless version ของ fieldbus-based protocols ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำหรับการตรวจจับสัญญาณ (sensor) แบบ peer-to-peer โดยใช้เครือข่ายไร้สาย ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถสื่อสารแบบไร้สายให้แก่อุปกรณ์และระบบ Highway Addressable Remote Transducer Protocol (HART)ของเดิม เทคโนโลยีนี้วางพื้นฐานอยู่บน ย่านความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตที่ 2.4 GHz ที่ใช้ในเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น Wi-Fi หรือ Bluetooth และรวมทั้ง ZigBeeโดยให้ความปลอดภัยและการเชื่อมต่อที่มีการป้องกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ถูกส่งทุกๆ แพ็กเกจถูกส่งในเวลาที่คุณมุนั้นเกิดขึ้นจริงแน่นอน Protocols นี้ยัง

ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีแบบไร้สายได้เร็วและง่ายขึ้น ขณะเดียวกันยังคงความสอดคล้องและทำงานร่วมกันกับ อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบเดิมที่เป็น HART ที่ใช้อยู่เดิมได้

การใช้งานระบบไร้สายในอุตสาหกรรมนั้นเรียกได้ว่ามีความแตกต่างอย่างมากกับระบบไร้สายที่เราใช้กันทั่วไป ดังนั้นการมองหาเทคโนโลยีที่มีความสามารถและฟีเจอร์ต่างๆ เช่นการตรวจจับเซ็นเซอร์, การมี Self-healing, Time Sync ฯลฯ ในเทคโนโลยี WirelessHART น่าจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดในงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างระบบไร้สายในอุตสาหกรรม

### 2.1.2 การสอบเทียบ

การสอบเทียบ หมายถึง ชุดของการดำเนินการซึ่งสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าการชี้บอกโดยเครื่องมือวัดหรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องมือวัดที่เป็นวัสดุกับค่าสมนัยที่รู้ค่าของ

ปริมาณที่วัดภายใต้ภาวะเฉพาะที่บ่งไว้ จากความหมายดังกล่าวขยายให้เข้าใจง่ายขึ้นก็คือ การสอบเทียบเป็นชุดการดำเนินการภายใต้สภาวะเฉพาะเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่รู้ของ ปริมาณที่วัด (ซึ่งต้องเป็นค่าที่สามารถอ้างอิงได้) ผลจากการสอบเทียบจะให้ข้อมูลว่าเครื่องมือวัดที่ใช้ในการสำรวจยังคงมีคุณลักษณะทางด้านมาตรวิทยาที่เหมาะสมในการใช้งาน

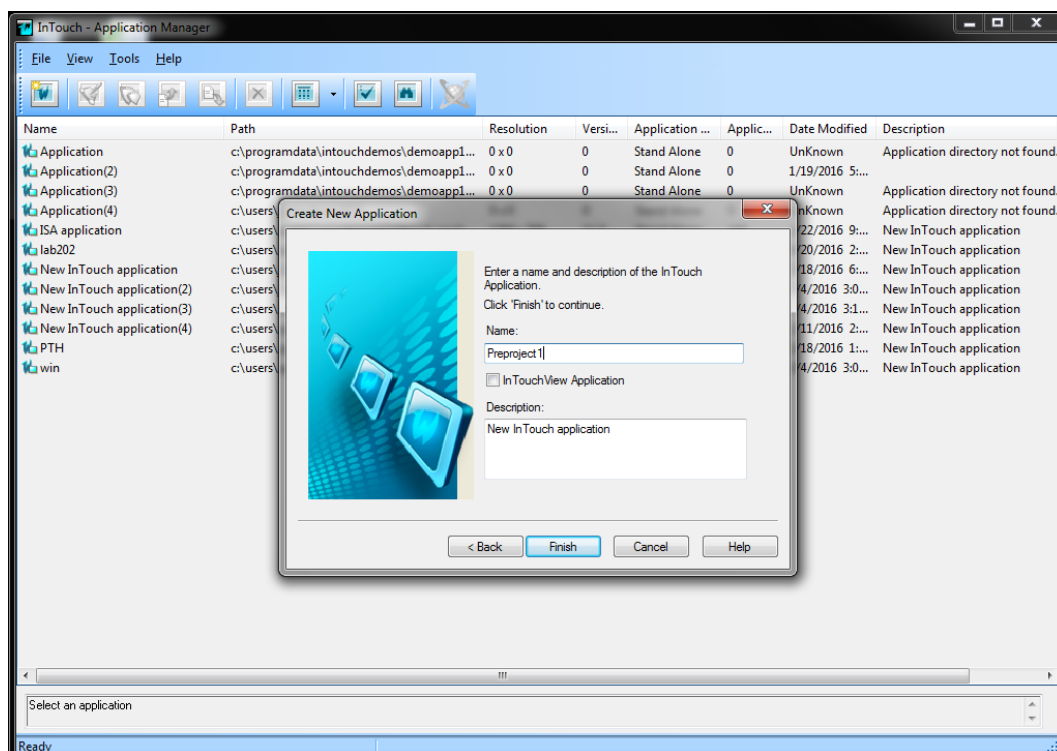
การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง Two-Way ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนมี 2 ตัวประกอบ จะใช้กับตัวแปรอิสระ 2 ตัวพร้อมกัน โดยต้องการศึกษาผลของ ตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม และศึกษาปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 ตัวนั้น ให้สังเกตว่ามีตัวแปร 2 ชนิด คือตัวแปรอิสระ 2 ตัว และ ตัวแปรตาม 1 ตัว ซึ่งตัวแปรตามจะเป็นผลที่ผู้ทดลอง สังเกตได้หรือวัดได้

## 2.2 ซอฟแวร์ที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 WonderwareInTouch HMI

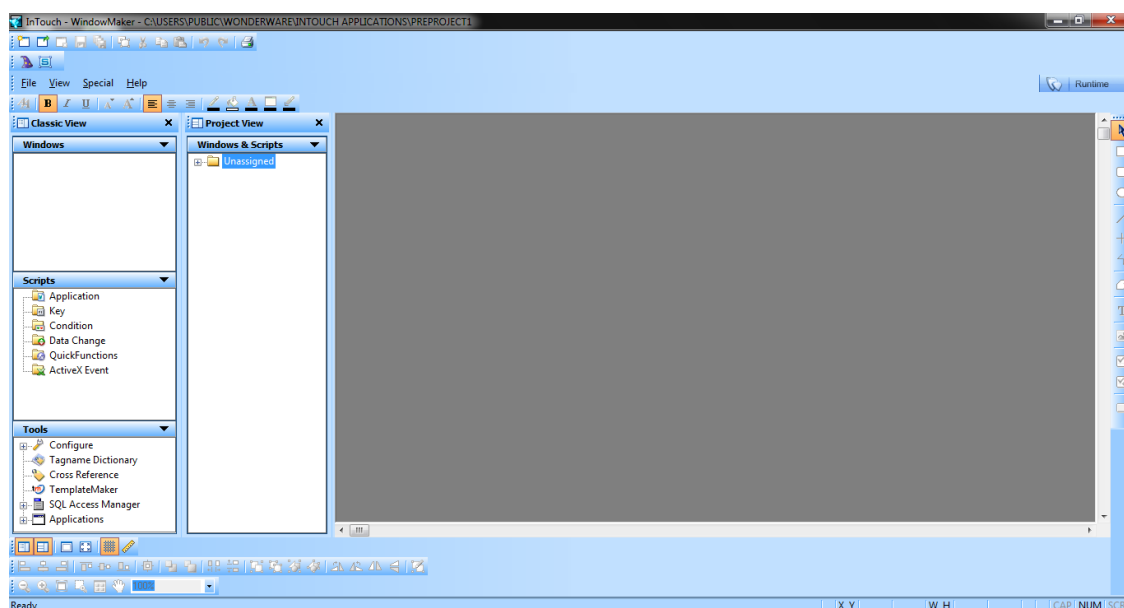
WonderwareInTouch HMI เป็นซอฟต์แวร์HMI (Human Machine Interface) จากบริษัท Invensys Process Systems ซึ่งปัจจุบันอยู่ภายใต้การบริหารโดย Schneider Electric กระบวนการต่างๆในระบบอุตสาหกรรมผ่านหน้าจอโดยที่ผู้ใช้หรือผู้ควบคุมไม่จำเป็นต้องอยู่หน้างานเพื่อสังเกตกระบวนการต่างๆแต่จะสังเกตผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งผู้ดูแลสามารถควบคุมและดูงานตรงนี้ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกและลดจำนวนต้นทุนการจ้างงานด้วย

InTouch สามารถรันบนระบบปฏิบัติการ window ของ Microsoft ได้และประกอบไปด้วยสามโปรแกรมที่สำคัญคือ InTouch Application Manager , WindowMaker และ WindowViewer



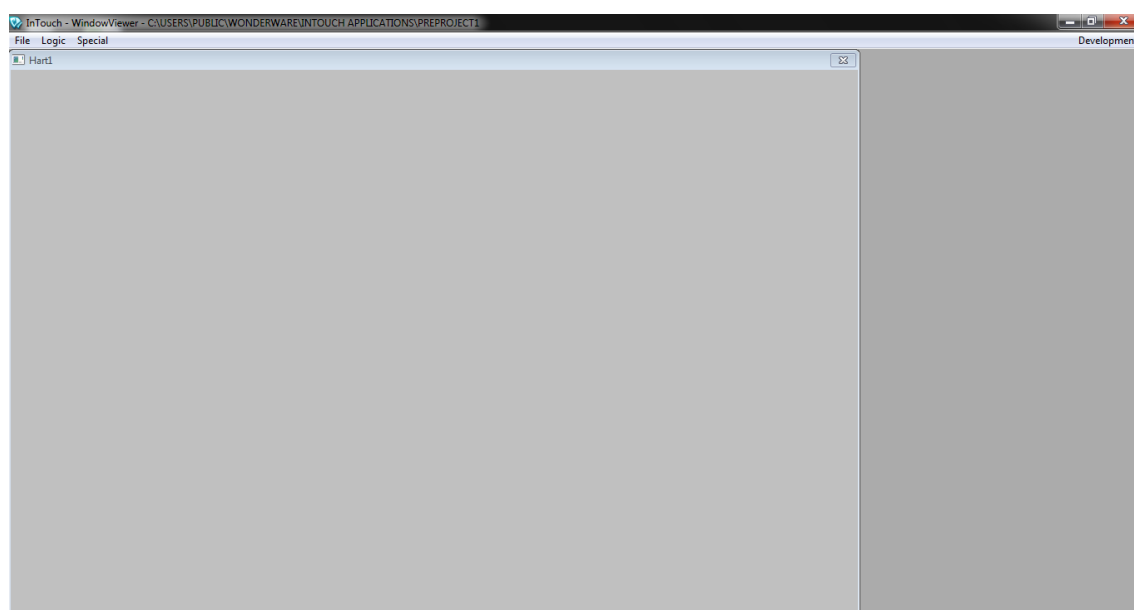
รูปที่ 2.2 InTouch Application Manager

InTouch Application Manager ใช้บริหารจัดการโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้ใช้สร้างขึ้น กำหนดค่าของwindow viewer กำหนดความละเอียดของกราฟิกและยังมี DBDump และ DBLoad ซึ่งเป็นตัวเก็บฐานข้อมูลของกราฟิกโดยสามารถนำออกมาเป็นไฟล์excel ได้ทำให้บริหารจัดการง่ายขึ้น



รูปที่ 2.3 WindowMaker

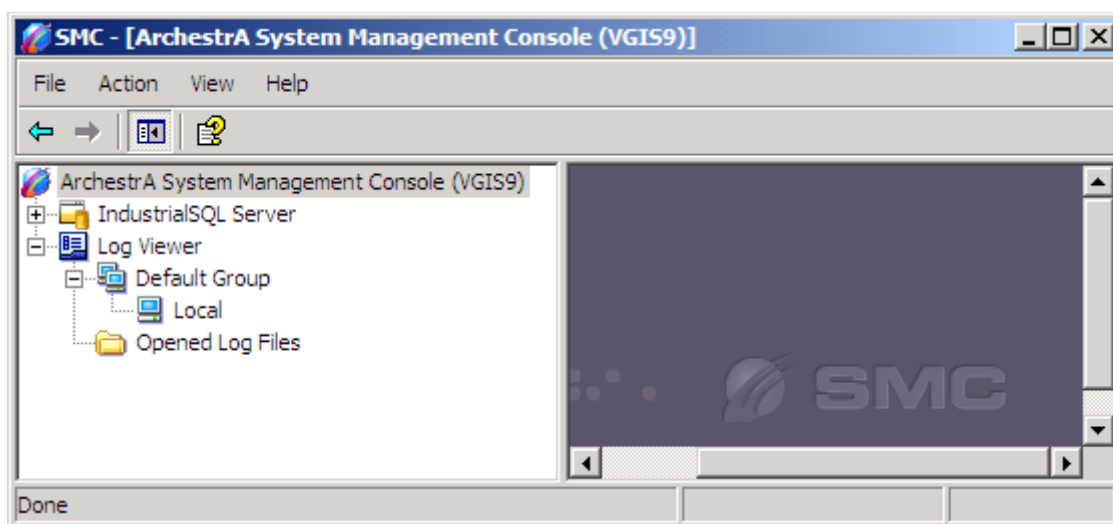
WindowMaker เป็นโปรแกรมสร้างกำหนดค่าและแก้ไขกราฟิกภายในWindowMaker จะมีเครื่องมือในการวาดกราฟิกเขียนสคริปต์และมี Symbol Factoryสำเร็จรูปสามารถนำมาใช้ได้เลยและใช้ในการกำหนดค่าให้สามารถเชื่อมต่อ industrial I/O systems กับ Microsoft Windows applicationsอื่นๆ



รูปที่ 2.4 WindowViewer

WindowViewerเป็นหน้าต่างแสดงผลเมื่อรันใหม่จาก WindowMaker สามารถบันทึกข้อมูลที่ผ่านมาและรายงานและยังสามารถแสดงสัญญาณเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติกับกระบวนการทำให้ลดลดการสูญเสียจากอุบัติเหตุเนื่องจากระบบสามารถแจ้งเตือนเมื่อกระบวนการเกิดปัญหา

### 2.2.2 SMC (system manager console)



รูปที่ 2.5 โปรแกรมSMC

SMC เป็นโปรแกรมที่เป็นตัวกลางสำหรับเชื่อมต่อ Gateway กับ WonderwareIntouch เข้าด้วยกันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้เพื่อให้ WonderwareIntouch ดึงค่าที่จาก gateway มาแสดงผลและเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์โดยจะต้องเปลี่ยน Type ของ Tagname เพื่อให้สามารถรับ Input จาก gateway ได้และยังมีฟังก์ชัน diagnostic ที่สามารถวิเคราะห์ความผิดพลาดหรือเครื่องมือการจัดการที่สามารถใช้ในการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์

## 2.3 ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

### 2.3.1 Gateway (Smart Wireless Gateway)

Gateway เป็นจุดต่อเชื่อมของเครือข่ายทำหน้าที่เป็นทางเข้าสู่ระบบเครือข่ายต่าง ๆ บนอินเทอร์เน็ต ในความหมายของ router ระบบเครือข่ายประกอบด้วย node ของ gateway และ node ของ host เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ในเครือข่าย และคอมพิวเตอร์ที่เครื่องแม่ข่ายมีฐานะเป็น node แบบ host ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการจราจรภายในเครือข่าย หรือผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต คือ node แบบ gateway

## Emerson™ Smart Wireless Gateway 1420

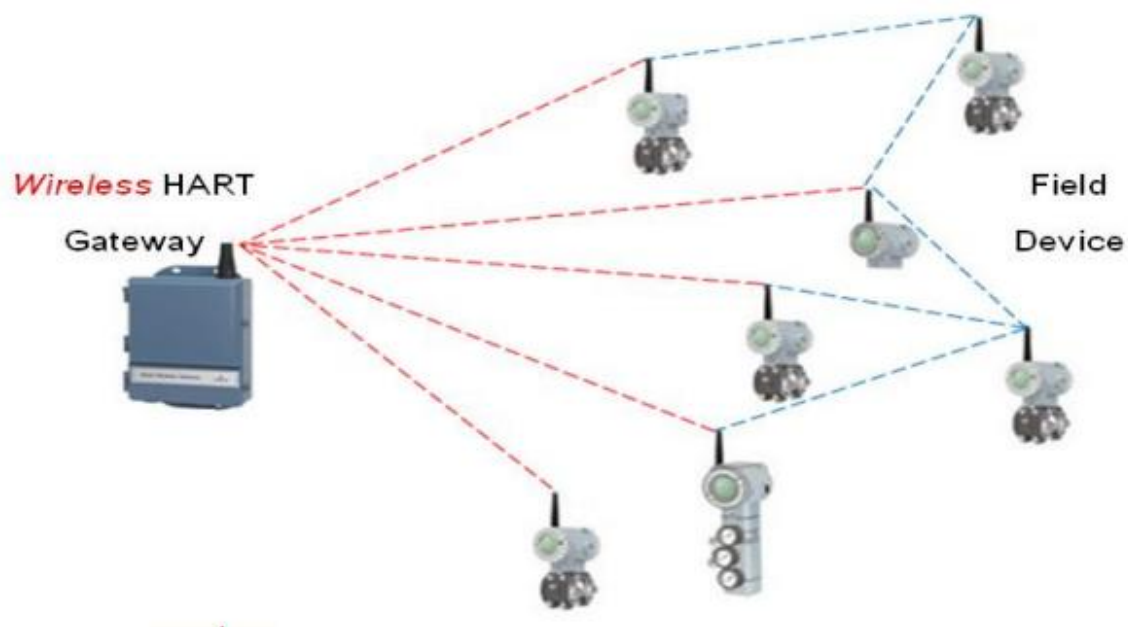


### รูปที่ 2.6 Gateway Model1420 (Emerson)

Gateway เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายต่างประเภทเข้าด้วยกัน เช่น การใช้เกตเวย์ในการเชื่อมต่อเครือข่าย ที่เป็นคอมพิวเตอร์ประเภทพีซี (PC) เข้ากับคอมพิวเตอร์ประเภทแมคอินทอช (MAC) เป็นต้น

Gateway เป็นเหมือนประตูสื่อสาร ช่องทางสำหรับเชื่อมต่อข่ายงานคอมพิวเตอร์ที่ต่างชนิดกันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยทำให้ผู้ใช้บริการของคอมพิวเตอร์หนึ่งหรือในข่ายงานหนึ่งสามารถติดต่อเข้าสู่เครื่องบริการหรือข่ายงานที่ต่างประเภทกันได้ ทั้งนี้โดยการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า "บริดจ์" (bridges) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำให้การแปลข้อมูลที่จำเป็นให้ นอกจากในด้านของข่ายงาน เกตเวย์ยังเป็นอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อข่ายงานบริเวณเฉพาะที่ (LAN) สองข่ายงานที่มีลักษณะ ไม่เหมือนกันให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ หรือจะเป็นการเชื่อมต่อข่ายงานบริเวณเฉพาะที่เข้ากับข่ายงานบริเวณกว้าง (WAN) หรือต่อเข้ากับมินิคอมพิวเตอร์หรือต่อเข้ากับ

เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ก็ได้เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากเกตเวย์มีไมโครโพรเซสเซอร์และหน่วยความจำของตนเอง



รูปที่ 2.7 ลักษณะการส่งสัญญาณแบบฮาร์ท

Wireless Gateway คือ จุดต่อเชื่อมของเครือข่ายทำหน้าที่ เป็นทางผ่านสู่ระบบเครือข่ายต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตที่ใช้เทคโนโลยี ของ Wireless HART ในย่านความถี่ 2.4 GHz ซึ่งให้เสถียรภาพ การสื่อสารระดับสูงด้วย Mesh Topology โดยเครื่องมือวัด แต่ละตัว มีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดด้วยตัวเอง จึงเรียกเทคโนโลยีนี้ว่า Smart Wireless Gateway

### 2.3.2 Temperature Transmitter (Wireless)

Temperature transmitter (ทรานสมิตเตอร์) คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณอุณหภูมิจากหัววัดอุณหภูมิ ชนิดใดชนิดหนึ่งจากเทอร์โมคัปเปิล Type K, J, E, R, S และ T หรือ RTD Pt 100  $\Omega$  เพื่อส่งค่าอุณหภูมิผ่านสายไฟไปยังเครื่องควบคุมอุณหภูมิ เครื่องบันทึกอุณหภูมิ หรือดาต้าล็อกเกอร์, PLC, เทอร์โมมิเตอร์



## Rosemount™ 648 Wireless Temperature Transmitter



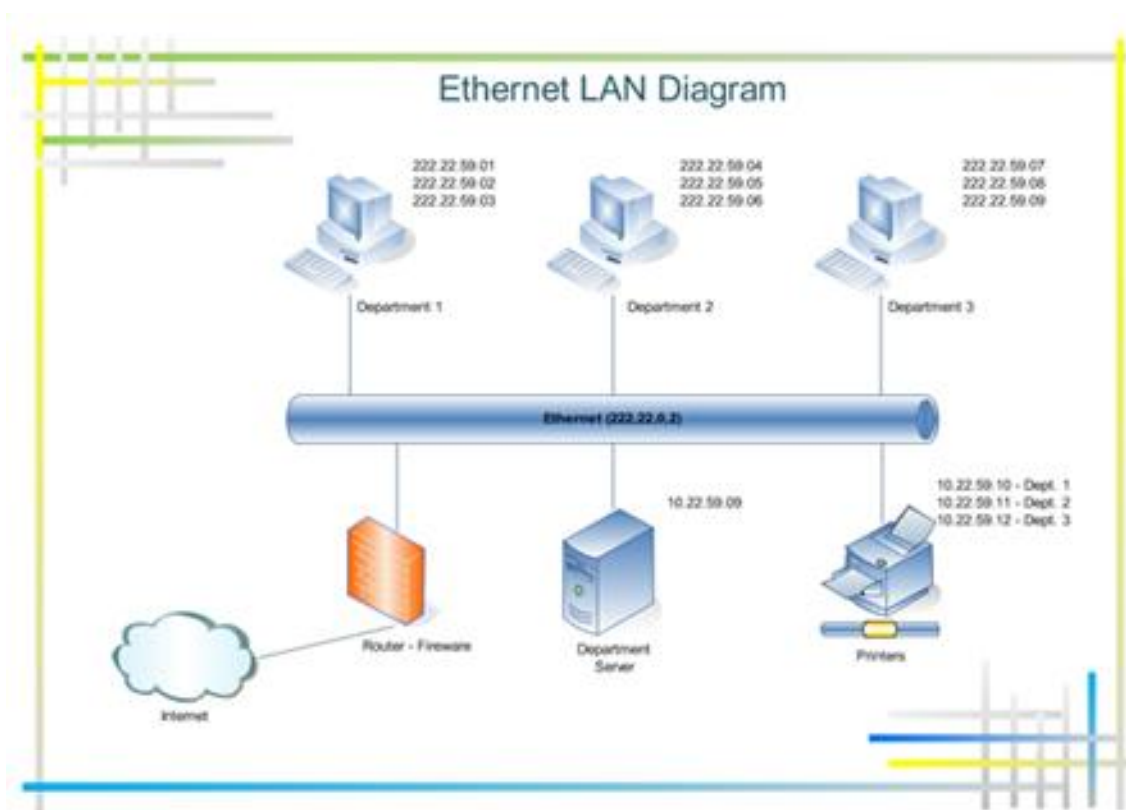
รูปที่ 2.8 Temperature Transmitter



รูปที่ 2.9 เทอร์โมคัปเปิล (RTD)

## 2.4 Ethernet Network

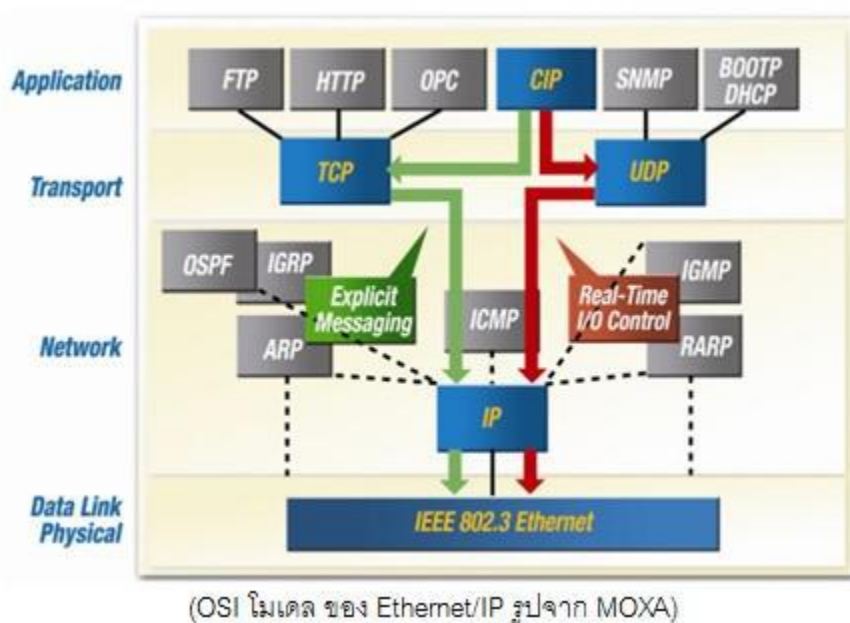
Ethernet เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายที่ได้รับความนิยมมาก เพราะเป็นการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ซึ่งในช่วงแรกที่มีการพัฒนาระบบ Ethernet สามารถที่จะส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็ว 10 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า Fast Ethernet และ Gigabit Ethernet ที่ทำความเร็วได้ถึง 100 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) หรือ 1 Gbps และ 1000 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) หรือ 10 GbE ตามลำดับ



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างรูปแบบการใช้งานระบบ Ethernet

โดยมีการควบคุมมาตรฐานของ Ethernet ด้วยสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Institute of Electrical and Electronics Engineers) หรือ IEEE ซึ่งเป็นองค์กรที่ไม่หวังผลกำไรที่คอยดูแลและพัฒนาเทคโนโลยีทางไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ซึ่งก็รวมถึง Ethernet ด้วยเช่นกัน

Ethernet เป็นการสื่อสารแบบโพรโทคอล (Protocol) ของ LAN ชนิดหนึ่ง que พัฒนาขึ้นโดย 3 บริษัทใหญ่คือบริษัท Xerox Corporation, Digital Equipment Corporation (DEC) และ Intel ในปี ค.ศ. 1976 หรืออาจจะเรียกการสื่อสารแบบนี้ว่าการสื่อสารระดับล่างก็ได้เช่นกัน ระบบการส่งแบบ Ethernet นั้นเป็นระบบการส่งที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) โดยอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้ ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะทำการส่งได้เพียงคนเดียวเท่านั้น แต่ถ้าในเวลาเดียวกันมีการส่งข้อมูลมาพร้อมกัน มากกว่า 1 คนด้วยกัน ซึ่งเราเรียกว่า “Collision”



รูปที่ 2.14 OSI โมเดลของ Ethernet/IP

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แต่ละตัวจะมีการตรวจสอบ Collision เมื่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ตรวจสอบว่ามีการส่งข้อมูลมาพร้อมกัน อุปกรณ์เหล่านั้นจะหยุดส่งข้อมูลเพียงช่วงเวลาหนึ่ง และจะทำการส่งใหม่ เวลาที่หยุดรอนั้นจะเป็นการสุ่มแบบสถิติ ทำให้การเกิด Collision อีกครั้งจะเป็นไปได้้น้อยมาก ๆ แต่ถ้าเกิดการ Collision จริง ๆ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เหล่านั้นก็จะวนกลับมารอและสุ่มเวลาอีกรอบจนกว่าจะไม่พบการ Collision อีก