



## รายงานสหกิจศึกษาระดับสมบูรณ

การประยุกต์ใช้งาน RFID กับภาชนะบรรจุชิ้นงาน  
RFID Carrier Implementation

นางสาวผจงพร กระทบมทอง

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2560



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

### การประยุกต์ใช้งาน RFID กับภาชนะบรรจุชิ้นงาน RFID Carrier Implementation

นางสาวจงพร กระหม่อมทอง

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา (ภาษาไทย) การประยุกต์ใช้งาน RFID กับภาชนะบรรจุชิ้นงาน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวผจงพร กระหม่อมทอง

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ อาจารย์ชินภัทร นันทจิวารชชัย ,อาจารย์เกรียงไกร สุขสุด

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายนฤตล ศรีสำราญ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เอ็นเอ็กซ์พี แมนูแฟคเจอร์ริง (ไทยแลนด์) จำกัด

## บทคัดย่อ

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification ซึ่งเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้ระบุสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยคลื่นวิทยุมาเป็นพาหะ เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างตัวรับข้อมูล (Tag) กับเครื่องอ่าน (Reader) เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย โดยนำข้อมูลที่ต้องการส่งมา Modulation กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางเสาอากาศ (Antenna) ที่อยู่ในตัวรับข้อมูล ด้วยประโยชน์นี้เองจึงได้นำเทคโนโลยี RFID นี้มาประยุกต์ใช้กับภาชนะบรรจุชิ้นงานที่ใช้อยู่ภายในโรงงาน เพื่อบอกถึงการขนส่งชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตว่าถูกขนส่งไปที่กระบวนการการผลิตใด และมีปัญหาในส่วนใดของขั้นตอนกระบวนการการผลิต อีกทั้งยังลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานโดยพนักงาน และเวลาที่ล่าช้าในแต่ละครั้งที่ได้จากการยิงบาร์โค้ดซึ่งกระทำโดยคน การใช้ RFID นั้นถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการได้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ และเวลาที่แน่นอนมากยิ่งขึ้น ด้วยระบบการทำงานที่เป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์นั้นเทคโนโลยีนี้ถือเป็นประโยชน์อย่างมากที่ช่วยในการลดการเสียเวลาที่ไม่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการการผลิต

คำสำคัญ : RFID ,ตัวรับข้อมูล ,เครื่องอ่าน ,Modulation ,เสาอากาศ

**Cooperative Title:** RFID carrier implementation

**Student intern name:** Ms.Pajongporn Kramomthong

**Faculty:** Engineering

**Department:** Electronics

**Advisor name:** Mr.Chinnapat Nantajiwakornchai ,Mr.Kriangkrai Suksud

**Mentor name:** Mr.Naruedol Srisumran

**Company:** NXP Manufacturing (Thailand) Ltd.

## **ABSTRACT**

RFID stands for Radio Frequency Identification is a technology used to identify things by using radio waves to be carrier. For use in data communication between tag and reader's communication wireless by the requested information submitted modulation with radio waves and then exported through antenna in receiver data. With benefits of RFID technology, therefore, applied using the carrier inside the factory to indicate the transport of product, each stage of the production process, and there is a problem in any part of the production process. It also reduces error caused by human error and time delay in each time from scan barcode by manual. Using RFID to help for get accurate information and real time more with a system that is automated. In which electronics industry is very useful to help in reduce the waste time in each stage of the production process.

**Keywords :** RFID ,Tag ,Reader ,Modulation ,Antenna

## กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการการประยุกต์ใช้งาน RFID กับภาชนะบรรจุชิ้นงาน (RFID Carrier Implementation) สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณ นายนฤตล ศรีสำราญ , นายพงศ์ภูมิ พุ่มพวง , นายธนบดี บุญพิทักษ์ พนักงานที่ปรึกษาสำหรับให้คำปรึกษา การให้ความรู้ รวมถึงการดูแลในการใช้ชีวิตตลอดการทำงานที่บริษัท NXP Manufacturing (Thailand) Ltd. นอกจากนี้ ต้องขอขอบคุณนายอนุวัฒน์ ฐปสว่าง Director Leaded Package Manufacturing และนายพัฒน บุกยาภรณ์ Senior Manager Process Engineering & Quality ที่ให้การดูแลและติดตามโครงการ อีกทั้งต้องขอขอบพระคุณ นายดุสิต ทองอร่าม Senior Process Engineer ,นางแสงอนันต์ ดีแท้,นางจิรกานต์ ธนะชาติวรพงศ์ เลขานุการผู้ช่วย Engineer ที่คอยให้คำปรึกษา , นางฉันทนา พลวัน SSC HRM ที่คอยประสานงานกับทางกับทางมหาลัย และดูแลนักศึกษาสหกิจศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณพี่ๆ ที่บริษัท NXP Manufacturing (Thailand) Ltd. ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุน และให้ความรู้ ให้การดูแลเป็นอย่างดีตลอดการทำงานที่บริษัทแห่งนี้ ทั้งนี้ทางผู้จัดทำขอมอบคำขอบคุณแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้

นางสาวผจงพร กระหม่อมทอง

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	1
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>3</b>
2.1 เทคโนโลยี RFID และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 องค์ประกอบของ RFID.....	5
2.3 หลักการทำงานของ RFID.....	10
2.4 RFID กับระบบการผลิตแบบ lean (Lean Production System : LPS.....	10
2.5 มาตรฐานสากลของการทดสอบผลิตภัณฑ์ RFID.....	11
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>13</b>
3.1 การเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการการผลิต และระบบ RFID.....	13
3.2 Hardware.....	16
3.3 Software.....	17
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย.....</b>	<b>19</b>
4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID.....	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	23
5.1 สรุปผลการทดสอบระบบ RFID.....	23
5.2 วิจารณ์การวิจัย.....	23
5.3 ปัญหา และการแก้ไข.....	23
เอกสารอ้างอิง.....	24
ภาคผนวก.....	25

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความถี่คลื่นวิทยุ และการนำไปประยุกต์ใช้งาน.....	3
2.2 วัสดุกับผลต่อการส่งผ่านของความถี่คลื่นวิทยุ.....	4
2.3 ประโยชน์ของ RFID ต่อ LPS.....	11
4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID.....	17

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Passive Tag.....	5
2.2 Active Tag.....	5
2.3 Semi - Active / Semi – Passive Tag.....	6
2.4 บริเวณการอ่านข้อมูลโดย Antenna footprint.....	8
2.5 การแปลงข้อมูลภายในระบบ Software และ Host ของ RFID.....	9
2.6 การเชื่อมต่อการสื่อสารของ RFID.....	9
2.7 หลักการทำงานของ RFID.....	10
3.1 โครงสร้างการต่ออุปกรณ์ RFID.....	14
3.2 การติดตั้ง Tag บน Carrier.....	15
3.3 การติดตั้ง Reader ที่เครื่องจักร.....	15
3.4 การติดตั้ง Tx และ Lantronix ที่เครื่องจักร.....	15
4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID ครั้งที่ 1 โปรแกรม CMSS.....	18
4.2 ผลการทดสอบระบบ RFID ครั้งที่ 1 โปรแกรม Inquiry Txn.....	19

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้ระบุสิ่งต่างๆ โดยอาศัยคลื่นวิทยุ โดยจะเอาคลื่นวิทยุมาเป็นพาหะ เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างตัวรับข้อมูล (Tag) กับ เครื่องอ่านข้อมูล (Reader) เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) จากประโยชน์ของเทคโนโลยี RFID ที่กล่าวมาจึงได้นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานการผลิตในปัจจุบัน ซึ่งมาช่วยในการลดการเกิดปัญหาและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนกระบวนการการผลิต ประโยชน์ของ RFID ที่นำมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การทราบว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในขั้นตอนกระบวนการการผลิตใด การลดขั้นตอนการทำงานแบบ Manual และสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ เป็นต้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อได้ข้อมูลในการนำงานเข้า (track-in) และนำงานออก (track-out) ที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

1.2.2 เพื่อติดตามภาชนะบรรจุชิ้นงาน

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ต้นแบบของกระบวนการ assembly สำหรับ SO14 leaded package

### 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 เรียนรู้ถึงขั้นตอนกระบวนการการผลิตผลิตภัณฑ์ในส่วนของกระบวนการ assembly และทำความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ หลักการทำงาน และโครงสร้างการต่ออุปกรณ์ RFID

1.4.2 เลือกอุปกรณ์ และโครงสร้างการต่ออุปกรณ์ RFID การติดตั้งอุปกรณ์ RFID เข้ากับเครื่องจักรแต่ละกระบวนการการผลิต และทำการทดสอบระบบ RFID

1.4.3 เขียนความต้องการถึงความสามารถของระบบ RFID ไปยังทีมงาน IT เพื่อทำการพัฒนา Software ให้ตรงกับความต้องการ และทำการทดสอบระบบ RFID เพื่อตอบสนองความต้องการ

1.4.4 สรุปผลการทดลอง และความคืบหน้า

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ข้อมูลการ track-in และ track-out ที่ถูกต้อง แม่นยำมากขึ้น

1.5.2 ลดการเกิดปัญหา และข้อผิดพลาดที่เกิดจากพนักงาน

1.5.3 สามารถตรวจสอบสถานะ และประวัติการใช้งานของภาชนะบรรจุชิ้นงานได้

1.5.4 สามารถลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานได้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เทคโนโลยี RFID และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้ระบุสิ่งต่างๆ โดยอาศัยคลื่นวิทยุ โดยจะเอาคลื่นวิทยุมาเป็นพาหะ เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างตัวรับข้อมูล (Tag) กับ เครื่องอ่านข้อมูล (Reader) เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยนำข้อมูลที่ต้องการส่งมา Modulation กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางเสาอากาศ (Antenna) ที่อยู่ในตัวรับข้อมูล (Tag) ทั้งนี้ความถี่ของคลื่นวิทยุ และประเภทของวัสดุมีผลอย่างมากต่อการส่งผ่านข้อมูล ตัวอย่างของ ความถี่คลื่นวิทยุและการนำไปประยุกต์ใช้งาน และวัสดุกับผลต่อการส่งผ่านของความถี่คลื่นวิทยุ มีดังนี้

ตารางที่ 2.1 ความถี่คลื่นวิทยุ และการนำไปประยุกต์ใช้งาน

Frequency	Benefits	Drawbacks	Application
Low (30 – 300 KHz) RFID use 125 – 134 KHz	<ul style="list-style-type: none"><li>• Accepted worldwide</li><li>• Works near metal</li><li>• Inside use today</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Read range &lt; 1.5 m</li><li>• Impractical for warehouse operation</li><li>• Not in EPC standard</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Animal ID</li><li>• Beer kegs</li><li>• Auto key and lock</li><li>• Library books</li></ul>
High (3 – 30 MHz) RFID use 13.56 MHz	<ul style="list-style-type: none"><li>• Accepted worldwide</li><li>• Works near metal</li><li>• Inside use today</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Read range &lt; 1.5 m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Item level tracking</li><li>• Airline baggage</li><li>• Building access</li></ul>

<p>UHF (300 MHz – 1 GHz)</p> <p>RFID use 915 MHz ,868 MHz 920 – 925 MHz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langer read range potential , &gt; 1.5 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Not readily usable in Japan</li> <li>• Dose not work in moist environments</li> <li>• Detuning when tags in close proximity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Case ,pallet and container tracking</li> <li>• Truck and trailer tracking</li> </ul>
<p>Microwave (&gt; 1GHz)</p> <p>RFID use 2.45 GHz ,5.8 GHz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langer read range potential , &gt;1.5 m</li> <li>• Growing commercial use</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No commercial use license in parts of EU</li> <li>• Complex systems development</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Access control (Vehicles)</li> </ul>

## ตารางที่ 2.2 วัสดุกับผลต่อการส่งผ่านของคลื่นวิทยุ

วัสดุ	LF	HF	UHF	Microwave
ผ้า	RF - lucent	RF – lucent	RF – lucent	RF - lucent
ไม้แห้ง	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent	RF – absorbent
Graphite	RF – lucent	RF – lucent	RF - opaque	RF - opaque
ของเหลว	RF – lucent	RF – lucent	RF – absorbent	RF – absorbent
โลหะ	RF – lucent	RF – lucent	RF - opaque	RF - opaque
น้ำมันเครื่อง	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent
กระดาษ	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent
พลาสติก	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent	RF – lucent
แชมพู	RF – lucent	RF – lucent	RF – absorbent	RF – absorbent
น้ำ	RF – lucent	RF – lucent	RF – absorbent	RF – absorbent
ไม้ชื้น	RF - lucent	RF - lucent	RF – absorbent	RF – absorbent

หมายเหตุ : RF – lucent คือ วัสดุที่ไม่มีการสูญเสียพลังงาน ,คลื่นวิทยุผ่านได้สะดวก

RF – opaque คือ วัสดุที่มีการหักเห หรือ กระจายคลื่นวิทยุ

RF – absorbent คือ วัสดุที่มีการดูดซับคลื่นวิทยุ หรือ คลื่นวิทยุสูญเสียพลังงานมากในการทะลุผ่าน

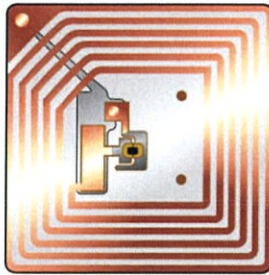
## 2.2 องค์ประกอบของ RFID

### 2.2.1 ตัวรับข้อมูล (RFID Tag / Tag)

#### 2.2.1.1 ประเภทของตัวรับข้อมูล (Tag) ที่แบ่งตามการใช้งาน

##### 1) Passive Tag

เป็นตัวรับข้อมูล (Tag) ประเภทที่ไม่มีแหล่งพลังงานในตัวเอง สามารถใช้งานได้นาน และมีขนาดเล็ก ซึ่งภายในประกอบไปด้วย Microchip ,Antenna ตัวอย่างการนำ Passive Tag ไปใช้งาน เช่น Animal tracking ,Access control cards ,Touchless payment ,Inventory control and supply chain management ,Asset management



ภาพที่ 2.1 Passive Tag

ที่มา : <http://rfid-datacom.blogspot.com>

##### 2) Active Tag

เป็นตัวรับข้อมูล (Tag) ประเภทที่มีแหล่งพลังงานในตัวเอง มีอายุการใช้งาน 2 – 7 ปีขึ้นอยู่กับประเภทของแบตเตอรี่ และช่วงเวลาการส่งข้อมูล ซึ่งภายในประกอบด้วย Microchip ,Antenna ,Energy source ,Electronics device ตัวอย่างการนำ Active Tag ไปใช้งาน เช่น Logistics ,Tracking land and ocean containers ,Vehicles and other large and high value assets ,Toll collection ,Personnel tracking and asset location ,Temperature tracking ,Intrusion tracking

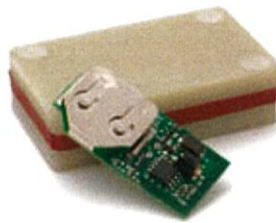


ภาพที่ 2.2 Active Tag

ที่มา : <https://www.digikey>

### 3) Semi – Active / Semi - Passive Tag

เป็นตัวรับข้อมูล (Tag) ประเภทที่มีแหล่งพลังงานในตัวเอง (Semi – Active) หรือใช้พลังงานจากเครื่องอ่านข้อมูล (Semi – Passive) ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วย Microchip ,Antenna ,Energy source (Semi – Active) ,Electronics device ตัวอย่างการนำ Semi – Active / Semi - Passive Tag ไปใช้งาน เช่น Track high value asset ,Track and monitor temperature sensitive products ,Track chemical and other industrial products



ภาพที่ 2.3 Semi – Active / Semi - Passive Tag

ที่มา : <https://www.secureidnews.com>

#### 2.2.1.2 ประเภทของตัวรับข้อมูล (Tag) ที่แบ่งตามความสามารถในการบันทึก

##### 1) อ่านอย่างเดียว (RO)

เป็นตัวรับข้อมูล (Tag) ที่สามารถอ่านข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว แต่ไม่สามารถบันทึกข้อมูลลงไปได้ หรือเรียกว่า “Factory Program”

##### 2) บันทึกข้อมูลได้เพียงครั้งเดียว และอ่านข้อมูลได้ตลอด (WORM)

เป็นตัวรับข้อมูล (Tag) ที่สามารถนำไปอ่านข้อมูลได้ตลอดเวลาที่ต้องการ แต่สามารถบันทึกข้อมูลลงไปได้เพียงครั้งเดียว หรือเรียกว่า “Field Programmable”

##### 3) บันทึกข้อมูล และอ่านข้อมูลได้ตลอด (RW)

เป็นตัวรับข้อมูล (Tag) ที่สามารถนำไปอ่านข้อมูลและบันทึกข้อมูลได้ตลอดเวลาที่ต้องการ หรือเรียกว่า “Reprogrammable tag”

#### 2.2.2 เครื่องอ่านข้อมูล (RFID Reader / Reader)

ภายในเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ประกอบด้วย ส่วนของการส่งข้อมูล , การรับข้อมูล ,Microprocessor ,Memory ,การรับและการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) จะสามารถแบ่งออกตามการเชื่อมต่อ และการใช้งาน ได้ดังนี้

### 2.2.2.1 ประเภทของเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ที่แบ่งตามการเชื่อมต่อ

#### 1) Wire

เป็นเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ที่ต้องมีการเชื่อมต่อสาย Cable ซึ่งข้อดีของเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ประเภทนี้ คือ นำเชื่อถือมากกว่า เนื่องจากมีการเชื่อมต่อโดยตรง แต่ข้อเสีย คือ ความยาวของสาย Cable / Serial port มีจำกัด เมื่อนำไปใช้งาน

#### 2) Wireless

เป็นเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ที่ไม่ต้องมีการเชื่อมต่อสาย Cable ซึ่งข้อดีของเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ประเภทนี้ คือ ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของสาย Cable เมื่อนำไปใช้งาน และสามารถ Update firmware ได้ง่าย แต่ข้อเสีย คือ ความน่าเชื่อถือจะต่ำกว่าแบบ Wire เนื่องจากไม่ได้เชื่อมต่อโดยตรง อาจมีสัญญาณหายระหว่างการรับส่งข้อมูลได้

### 2.2.2.2 ประเภทของเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ที่แบ่งตามการใช้งาน

#### 1) ติดตั้งอยู่กับที่

เป็นเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ที่สามารถทำงานได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ Autonomous คือ เครื่องอ่านข้อมูล (Reader) จะอ่านตัวรับข้อมูล (Tag) ตลอดเวลา ,Interactive คือเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) จะทำงานตามคำสั่ง เมื่อทำงานคำสั่งนั้นเสร็จจะหยุดรอคำสั่งอื่นต่อไป โดยเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ประเภทนี้จะมีความถี่ใช้งานอยู่ที่ Low Frequency (LF) ,High Frequency (HF) ,Ultra High Frequency (UHF)

#### 2) แบบมือถือ

เป็นเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ที่มีเสาอากาศ (Antenna) ผั่งอยู่ในตัว มีระยะการอ่านค่อนข้างสั้นกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่ และราคาสูงกว่า โดยเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ประเภทนี้จะมีความถี่ใช้งานอยู่ที่ Low Frequency (LF) ,High Frequency (HF)

### 2.2.3 เสาอากาศ (Antenna)

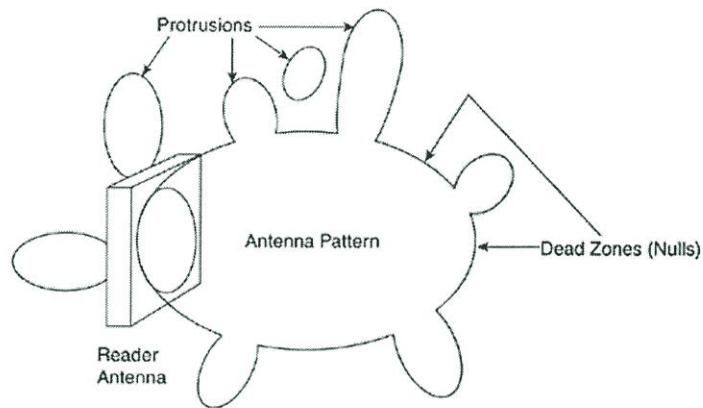
เครื่องอ่านข้อมูล (Reader) และตัวรับข้อมูล (Tag) จะมีเสาอากาศอยู่ภายในเพื่อรับ - ส่งข้อมูล โดยเครื่องอ่านข้อมูล (RFID Reader) 1 เครื่องจะสามารถเชื่อมต่อได้มากที่สุด 4 เสาอากาศ (Antenna)

#### 2.2.3.1 Antenna polarization

ความแม่นยำในการอ่านข้อมูลจะขึ้นอยู่กับ Antenna polarization ซึ่งแต่ละย่านความถี่จะแตกต่างกัน เช่น Low Frequency (LF) การตั้งเสาอากาศในแนวนอน (Horizontally polarized antennas) จะอ่านข้อมูลได้ไม่ค่อยดีนัก แต่ถ้าหากเป็น High Frequency (HF) การตั้งเสาอากาศทั้งในแนวตั้ง (Vertically polarized antennas) และแนวนอน (Horizontally polarized antennas) จะสามารถอ่านข้อมูลได้ดี

### 2.2.3.2 Antenna footprint

บริเวณในการอ่านข้อมูล (Read zone) จะขึ้นอยู่กับ Antenna footprint โดยเมื่อเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) อยู่ใน Read zone จะอ่านข้อมูลได้ดีที่สุด แต่ถ้าหากตัวรับข้อมูล (Tag) อยู่ในบริเวณที่คลื่นวิทยุของเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ครอบคลุมถึงแต่ตัวรับข้อมูล (Tag) นั้นมีการเคลื่อนที่สู่บริเวณ Dead zone ก็จะทำให้ไม่สามารถอ่านข้อมูลจากตัวรับข้อมูล (Tag) นั้นได้



ภาพที่ 2.4 บริเวณการอ่านข้อมูลโดย Antenna footprint

### 2.2.4 Controller

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) และเป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ซึ่ง Controller นี้ได้รวมเข้าไปอยู่ในเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) แล้ว

### 2.2.5 Sensor / Annunciator

เป็นอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้เปิด - ปิดเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) เมื่อได้รับสัญญาณจากภายนอก เพื่อเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) ไม่ต้องเปิดทำงานตลอดเวลา โดยสัญญาณที่เข้ามา มี 2 ลักษณะ ได้แก่

#### 2.2.5.1 Annunciator

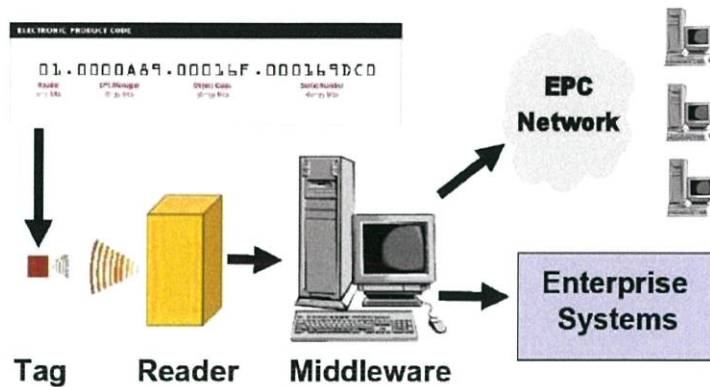
จะแปลงจากพลังงานใด ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น เสียงเตือน , สัญญาณไฟ

#### 2.2.5.2 Sensor

จะแปลงจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานใด ๆ เช่น ประตูเปิด-ปิด , ระบบ PLC

## 2.2.6 Software และ Host

จะเป็นส่วนของระบบภายในซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงภาษาที่เครื่องอ่านข้อมูล (Reader) อ่านข้อมูลได้จากตัวรับข้อมูล (Tag) โดยจะได้รับข้อมูลมาเป็น Serial จากนั้นระบบ จะทำการแปลงข้อมูลให้มาอยู่ในรูปของ Software เพื่อนำมาใช้งานได้สะดวกมากขึ้น



ภาพที่ 2.5 การแปลงข้อมูลภายในระบบ Software และ Host ของ RFID

ที่มา : [www.slideshare.net/naveeniift/rfid-and-its-applications](http://www.slideshare.net/naveeniift/rfid-and-its-applications)

## 2.2.7 การเชื่อมต่อการสื่อสาร (Communication)

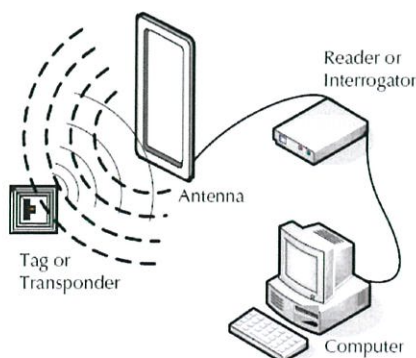
การเชื่อมต่อองค์ประกอบต่างๆของ RFID เข้าด้วยกันมี 2 ระบบ ได้แก่

### 2.2.7.1 ระบบมีสาย (Wire)

เป็นการเชื่อมต่อด้วย Serial ระหว่างเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) เข้ากับคอมพิวเตอร์ (Computer)

### 2.2.7.2 ระบบไร้สาย (Wireless)

เป็นการเชื่อมต่อกันโดยไม่ต้องใช้สาย Cable เช่น Bluetooth ,WAN , ดาวเทียม



ภาพที่ 2.6 การเชื่อมต่อการสื่อสารของ RFID

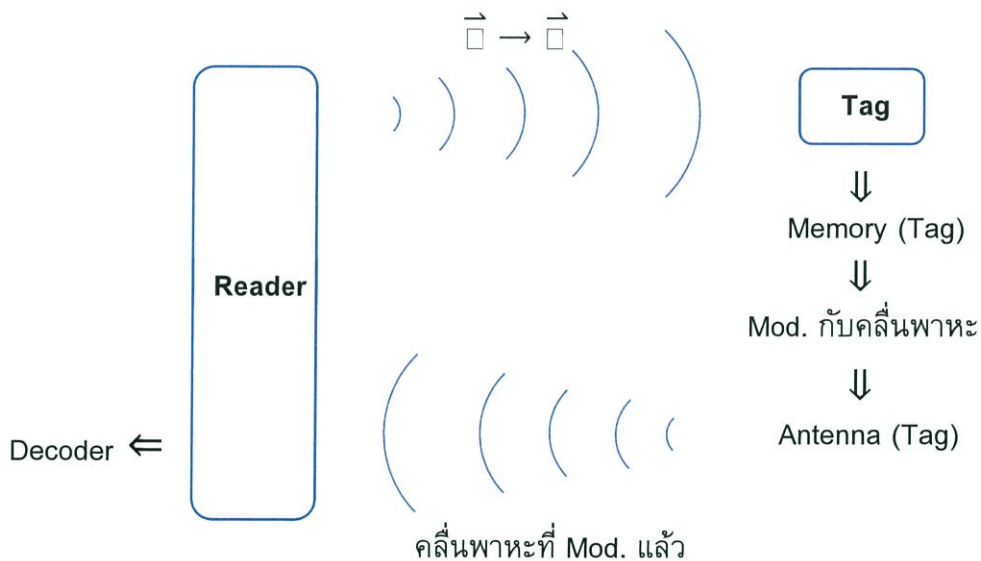
ที่มา : <https://learn.sparkfun.com>

### 2.2.8 แหล่งพลังงาน (Energy source)

เป็นแหล่งพลังงานให้กับเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) โดยปกติจะต้องมีการรับพลังงานจากภายนอกเข้ามา และส่งผ่านเข้ามาที่เครื่องอ่านข้อมูล (Reader) โดยผ่านส่วนของแหล่งพลังงาน (Energy source)

### 2.3 หลักการทำงานของ RFID

เมื่อเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) และตัวรับข้อมูล (Tag) อยู่ใน Read zone แล้วเสาอากาศ (Antenna) ภายในเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) จะทำการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังตัวรับข้อมูล (Tag) เมื่อเสาอากาศ (Antenna) ของตัวรับข้อมูล (Tag) ได้รับคลื่นพาหะดังกล่าวที่ถูกส่งมา ตัวรับข้อมูล (Tag) จะดึงเอาข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของ Microchip แล้วทำการ Modulation กับคลื่นพาหะดังกล่าว จากนั้นจะส่งคลื่นพาหะที่ผ่านการ Modulation แล้วผ่านทางเสาอากาศ (Antenna) ของตัวรับข้อมูล (Tag) กลับไปยังเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) จากนั้นเครื่องอ่านข้อมูล (Reader) จะนำข้อมูลที่ได้ไปทำการ Decoder เพื่อใช้งานต่อไป



ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานของ RFID

### 2.4 RFID กับระบบการผลิตแบบ lean (Lean Production System : LPS)

ระบบการผลิตแบบ lean หรือ LPS คือ ระบบการผลิตที่ให้ความสำคัญในการลดทรัพยากรรวมทั้งเวลาของขั้นตอนการผลิต โดยเล็งเห็นถึงการลดพฤติกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในการผลิต (Non-value added activities) หรือความสูญเสียนั้น (Waste)

## ตารางที่ 2.3 ประโยชน์ของ RFID ต่อ LPS

ชนิดของความสูญเสีย	ประโยชน์ของ RFID
Over production	ทราบถึงปริมาณผลิตภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการผลิตแต่ละขั้นตอน
Waiting	ทราบว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในขั้นตอนกระบวนการการผลิตใด
Transport	ทราบว่าผลิตภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการผลิต จะเคลื่อนย้ายไปในขั้นตอนกระบวนการการผลิตใด
Inappropriate processing	ทราบว่าผลิตภัณฑ์ใดเหมาะสมกับ ขั้นตอนกระบวนการการผลิตใด
Unnecessary inventory	ลดข้อผิดพลาดในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ ระหว่างกระบวนการการผลิต
Unnecessary motion	ลดขั้นตอนการทำงานแบบ Manual
Defects	ลดความเสียหาย เนื่องจากสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้

### 2.5 มาตรฐานสากลของการทดสอบผลิตภัณฑ์ RFID

#### 2.5.1 การทดสอบด้านการใช้งาน (Functional test)

สำหรับผลิตภัณฑ์ RFID จะเน้นที่การทดสอบ Protocol เป็นหลัก

#### 2.5.2 การทดสอบความแรงของสัญญาณ (Signal strength)

การทดสอบผลิตภัณฑ์ RFID จะใช้มาตรฐาน กทช.มท.5001 – 2550 ซึ่งกำหนด โดยสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.)

#### 2.5.3 การทดสอบสัญญาณรบกวน (Noise)

การทดสอบด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic compatibility : EMC) หรือการทดสอบสัญญาณรบกวน (Noise) ตามมาตรฐาน CISPR22 ผลิตภัณฑ์ RFID ที่มีคุณภาพจะต้องสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่ทำงานอยู่ใกล้ในระยะ 3 เมตร ได้โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาการรบกวนทางความถี่ หรือทางแม่เหล็กไฟฟ้ากับอุปกรณ์นั้น และจะต้องสามารถทำงานในสภาวะแวดล้อมสุ่มเสี่ยงทางแม่เหล็กไฟฟ้าได้

#### 2.5.4 การทดสอบด้านความปลอดภัยก่อนนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งาน (Product safety test)

การทดสอบความคงทนของผลิตภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Environment test) และการทดสอบระดับความน่าเชื่อถือของการนำผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์

(Electronics product reliability testing) ไปใช้งานตามมาตรฐาน IEC 60950 และมาตรฐาน มอก.1956 ของสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

#### 2.5.5 การทดสอบประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้งาน RFID ภาคสนาม (Field test)

ใช้ยืนยันประสิทธิภาพการใช้งานระบบ RFID เมื่อนำไปติดตั้ง (Installation) ในพื้นที่ใช้งาน มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของ RFID ได้แก่ ISO/IEC 24729 part 3 : antenna installation

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 การเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการการผลิต และระบบ RFID

##### 3.1.1 ขั้นตอนกระบวนการการผลิตในส่วนของ Assembly (Assembly process flow)

ได้แก่

###### 3.1.1.1 Die attach

เป็นกระบวนการติด Die ไปยัง Lead frame โดยใช้กาว Epoxy ในการยึดติด ในส่วนของ Material ที่ใช้ในกระบวนการ Die attach ได้แก่

- 1) Lead frame มีลักษณะเป็นแผ่นบางสำหรับติด Microchip หรือ Die
- 2) Epoxy เป็นกาวชนิดพิเศษสำหรับยึดติด Die เข้ากับ Lead frame
- 3) Wafer die มีลักษณะเป็นแผ่นวงกลม มีตัว Die จำนวนมากบรรจุอยู่ ซึ่งแต่ละ Wafer die ของแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีวงจรมายใน Die ต่างกันไป

4) Rubble tip มีลักษณะเป็นหัวจุกยางเล็ก ๆ ใช้ในการหยิบตัว Die มาวางติดบน Lead frame

5) Nozzle เป็นหัวสำหรับปิดหลอด Epoxy มีรูปร่างแตกต่างกันไป ใช้สำหรับหยดกาว Epoxy ลงบน Lead frame

###### 3.1.1.2 Cure

เป็นกระบวนการอบกาว Epoxy ให้แห้งด้วยความร้อนสูง เพื่อเพิ่มการยึดติดระหว่าง Die กับ Lead frame ให้ติดแน่นมากยิ่งขึ้น ในส่วนของกระบวนการ Cure ไม่มีการใช้ Material ใด

###### 3.1.1.3 Wire bond

เป็นกระบวนการเชื่อมวงจรมบน Die กับขา Lead frame ด้วยเส้นลวด ในส่วนของ Material ที่ใช้ในกระบวนการ Wire bond ได้แก่

1) Au wire หรือ Cu wire มีลักษณะเป็นเส้นลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กมากประมาณ 18 um ถึง 50 um โดย Au wire จะมีขนาดเล็กกว่า Cu wire

2) Capillary เป็นหัวเข็มสำหรับร้อยลวดให้ทะลุผ่าน เพื่อเชื่อมวงจรมระหว่าง Die กับ ขา Lead frame แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของ Capillary ที่ใช้ต่างกัน

###### 3.1.1.4 AOI

เป็นกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมวงจรมด้วยเส้นลวด ให้ตรงตามมาตรฐาน ในส่วนของกระบวนการ AOI ไม่มีการใช้ Material ใด

### 3.1.1.5 Mold

เป็นกระบวนการปิดผนึกตัวงานด้วยสาร Compound เพื่อป้องกันตัวงานภายในเสียหาย ในส่วนของ Material ที่ใช้ในกระบวนการ Mold ได้แก่

1) Compound เป็นสารพลาสติกชนิดพิเศษ มีสีดำ ใช้สำหรับปิดผนึกตัวงาน และต้องใช้ความร้อนสูงถึง 175 องศาเซลเซียส จึงจะทำให้ Compound ละลายและแข็งตัวได้

### 3.1.1.6 Post mold cure

เป็นกระบวนการอบสาร Compound ให้แข็งตัวด้วยความร้อนสูง เพื่อป้องกันการเสียหายมากยิ่งขึ้น ในส่วนของกระบวนการ Post mold cure ไม่มีการใช้ Material ใด

### 3.1.1.7 Dam bar

เป็นกระบวนการตัดขาดตัวงานออกจาก Lead frame ในส่วนของกระบวนการ Dam bar ไม่มีการใช้ Material ใด

### 3.1.1.8 Final test

เป็นกระบวนการทดสอบวงจรภายใน ให้สามารถทำงานได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ในส่วนของกระบวนการ Final test ไม่มีการใช้ Material ใด

### 3.1.1.9 Mark and Trim form

เป็นกระบวนการพิมพ์ตัวอักษรบนตัว IC เพื่อบอกชื่อของผลิตภัณฑ์ วันที่ผลิต และข้อความสำคัญอื่น ๆ รวมไปถึงการขึ้นรูปขางาน และแยกตัวงานออกจาก Lead frame ในส่วนของกระบวนการ Mark and Trim form ไม่มีการใช้ Material ใด

## 3.1.2 อุปกรณ์ และการทำงานของระบบ RFID ได้แก่

### 3.1.2.1 RFID tag

ใช้ในการติดกับสิ่งของที่ต้องการระบุ สำหรับการใช้งานนี้ได้ติด Tag ไว้บน Carrier แต่ละขั้นตอนกระบวนการการผลิต โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) มีลักษณะคล้ายเหรียญรูปไฟฟ้า
- 2) เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร
- 3) รูกกลางเหรียญเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 มิลลิเมตร
- 4) ความหนา 3 มิลลิเมตร
- 5) ระยะการอ่านจาก RFID reader ประมาณ 3 เซนติเมตร
- 6) ย่านความถี่ในการอ่าน 13.56 MHz
- 7) เป็นชนิด Passive tag
- 8) ใช้งานแบบ Read only (RO) หรือ Factory program

9) ใช้ Material ในการทำ คือ PA6/PA9T

10) สามารถทนความร้อนได้สูงสุด 250 องศาเซลเซียส

#### 3.1.2.2 RFID reader

ใช้ในการอ่าน Tag สำหรับการใช้งานนี้ได้ทำการยึด Reader ไว้กับตัวเครื่องจักร โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) Power input 5 volts (DC)
- 2) ย่านความถี่ในการอ่าน 13.56 MHz
- 3) ระยะการอ่านตั้งแต่ 0 ถึง 120 มิลลิเมตร
- 4) สามารถทนความร้อนได้สูงสุด 50 องศาเซลเซียส

#### 3.1.2.3 Tx

ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Reader กับ Lantronix เพื่อรับสัญญาณ CAN ที่ส่งมาจากตัว Reader และส่งต่อไปยัง Lantronix โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) Power input 12 volts (DC)
- 2) รองรับ RFID reader ได้มากที่สุด 4 ตัว
- 3) สัญญาณที่ได้ออกมาเป็นแบบ CAN

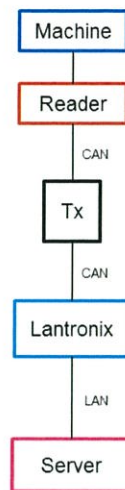
#### 3.1.2.4 Lantronix

ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Tx กับ Server เพื่อแปลงสัญญาณ CAN เป็นสัญญาณ LAN และส่งต่อไปยัง Server เพื่อใช้งาน โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) Power input 9 - 30 volts (DC)
- 2) แปลงสัญญาณจาก CAN เป็น LAN ผ่าน Serial port (DB25) ไปยัง Software-selectable (RS422)
- 3) สามารถทนความร้อนได้สูงสุด 80 องศาเซลเซียส
- 4) มีไฟ LED แสดงบอกสถานะการทำงาน (Power ,Ethernet 10/100 Link ,Ethernet Half/Full Duplex Activity ,Diagnostic ,Status)

### 3.2 Hardware

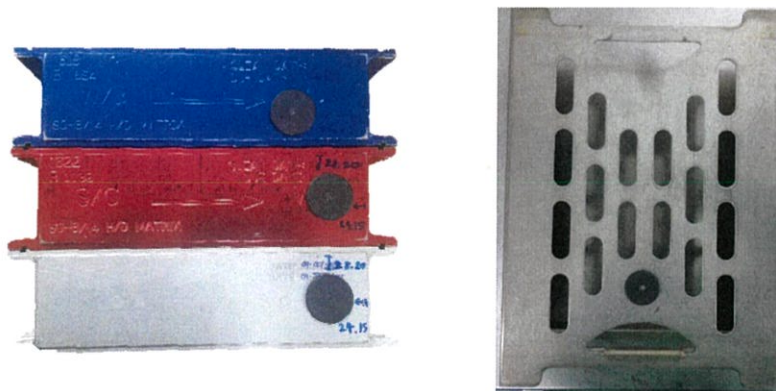
#### 3.2.1 โครงสร้างการต่ออุปกรณ์ RFID



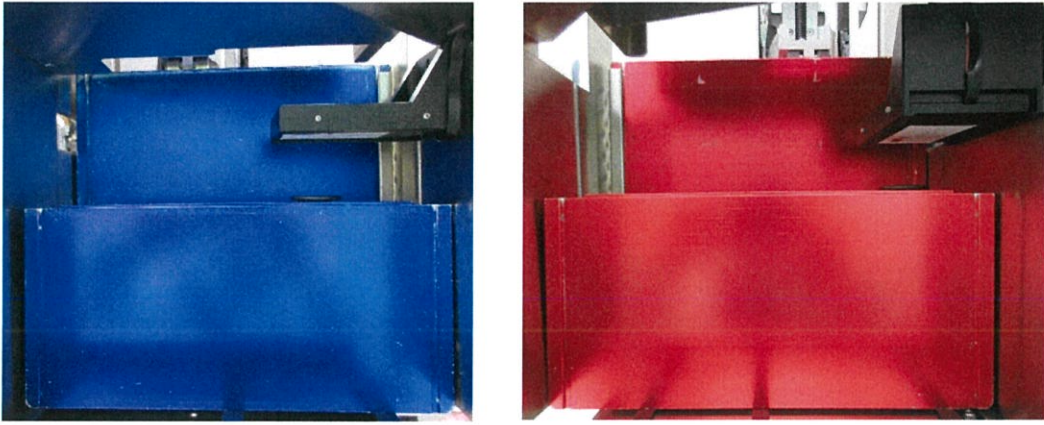
ภาพที่ 3.1 โครงสร้างการต่ออุปกรณ์ RFID

#### 3.2.2 การติดตั้งในสายการผลิต assembly

เพื่อเป็นต้นแบบของการนำ RFID มาใช้ในสายการผลิต assembly จึงได้ทำการติดตั้ง Reader ,Tx และ Lantronix ไปยังเครื่องจักรในกระบวนการการผลิตละ 1 เครื่อง และติดตั้ง Tag ไปยังภาชนะบรรจุชิ้นงานของกระบวนการการผลิตละ 1 อัน



ภาพที่ 3.2 การติดตั้ง Tag บน Carrier



ภาพที่ 3.3 การติดตั้ง Reader ที่เครื่องจักร



ภาพที่ 3.4 การติดตั้ง Tx และ Lantronix ที่เครื่องจักร

### 3.3 Software

3.3.1 ความต้องการในการนำระบบ RFID มาใช้ในกระบวนการการผลิตในส่วนของ assembly

3.3.1.1 สามารถดึงข้อมูลการนำงานเข้า (track-in) และ นำงานออก (track-out) ได้อย่างอัตโนมัติ

3.3.1.2 สามารถบันทึกหมายเลขภาชนะบรรจุชิ้นงานเข้าระบบได้อย่างอัตโนมัติ

3.3.1.3 สามารถเชื่อมต่อกับระบบ RMS และ AWACS ได้อย่างอัตโนมัติ

3.3.1.4 สามารถตรวจสอบสถานะของภาชนะบรรจุชิ้นงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำตามความเป็นจริง

3.3.1.5 สามารถตรวจสอบประวัติของภาชนะบรรจุชิ้นงานได้

3.3.1.6 สามารถป้องกันการสลับผลิตภัณฑ์ และการข้ามขั้นตอนกระบวนการ  
การผลิตได้

3.3.1.7 หากการทำงานของเครื่องจักรผิดปกติ ต้องสามารถแจ้งเตือนไปยัง  
พนักงานได้ทันที โดยผ่านหน้าจอแสดงผล Graphical User Interface : GUI

### 3.3.2 ขั้นตอนการทดสอบระบบ RFID

3.3.2.1 แผนก IT ทำการพัฒนาระบบ software เพื่อให้เข้ากับความต้องการ  
ที่จะนำระบบ RFID ไปใช้

3.3.2.2 สร้าง Dummy lot order ขึ้นมา เพื่อจะนำการทดสอบระบบ

3.3.2.3 ทำการทดสอบระบบ RFID โดยใช้ Dummy lot order ที่สร้างขึ้น

บทที่ 4  
ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID

Requirement	Status
<b>Link to CMSS</b>	
Auto track-in	POC test completed
Auto track-out	Pending
<b>Carrier number</b>	
Assign carrier	POC test completed
De-assign carrier	POC test completed
<b>Link to RMS/AWACS</b>	Pending
<b>Carrier validation</b>	
Prevention mix lot order	Pending
Prevention jump flow	Pending
<b>Carrier traceability</b>	POC test completed
<b>Alert to display GUI to operator</b>	Pending

CAMSTAR Resource/Work Cell | Work Center | Operation | Workstation

WIP Tracking Adhoc WIP Adhoc Inquiry

Online Query

Query Name \* APB\_Lot History Description CR040 display container details

Parameters Selection

Param Name	Param Value
CONTAINERNAME	D0P738002000

Lot order ID

Date and time

Lot order status

Process

Results

TXNNAME	EMPLOYEENAME	OPERATORNAME	TXNDATE	TRACKINGQTY	TRACKOUTQTY	EQUIPMENT
TrackInLot	nxp27764	Interface account - MWI	21-Sep-2017 13:58:19	19200		WBKNS867
TrackOutLot	nxa05447	Marcus A.J. Klerx	21-Sep-2017 13:59:59		19200	WBKNS867
ConsumeMaterials	nxa05447	Marcus A.J. Klerx	21-Sep-2017 13:59:59			WBKNS867
MoveLot	nxa05447	Marcus A.J. Klerx	21-Sep-2017 14:01:07			

Lot Carriers Setup Online Query

Query Name \* Lot History for Carrier Setup Description Lot history for carrier setup

Parameters Selection

Param Name	Param Value
LOTID	D0P738002000

Lot order ID

Date and time

Carrier number

Port state

Carrier status

Results

TXNDATE	CARRIERNAME	CARRIERSEQUENCE	CARRIERACTION	USERNAME
2017-09-21T13:59:09 >>	SN-17-003	1	INSERTED	nxp08820
2017-09-21T13:59:09 >>	SN-17-002	2	UPDATED	nxp08820
2017-09-21T14:00:00 >>	SN-17-002	2	DELETED	nxp08820
2017-09-21T14:00:00 >>	SN-17-003	1	NOTCHANGED	nxp08820
2017-09-21T14:07:21 >>	SN-17-004	1	INSERTED	nxp08820
2017-09-21T14:07:21 >>	SN-17-003	2	UPDATED	nxp08820
2017-09-21T14:08:03 >>	SN-17-003	2	DELETED	nxp08820
2017-09-21T14:08:03 >>	SN-17-004	1	NOTCHANGED	nxp08820

ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID ครั้งที่ 1 โปรแกรม CMSS

จากภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบ RFID ครั้งที่ 1 โปรแกรม CMSS จะเห็นได้ว่าระบบสามารถดึงข้อมูลการงานเข้า (track-in) ได้อย่างอัตโนมัติ เนื่องจาก

- 1) Lot order ID ตรงกัน
- 2) Date and time ตรงกัน
- 3) Lot order status แสดงผลว่า track in แล้ว
- 4) Carrier status แสดงผลว่า reader ได้ทำการอ่าน tag แล้ว
- 5) Port state อยู่ทางด้านฝั่ง Input ของเครื่องจักร

ด้วยเหตุผลทั้ง 5 ประการข้างต้นจึงสรุปได้ว่าระบบ RFID สามารถดึงข้อมูลในการงานเข้า (track-in) ได้อย่างอัตโนมัติได้ และ การที่สามารถแสดง Carrier number ได้ในระบบ จึงสรุปได้ว่าระบบสามารถบันทึกหมายเลขภาชนะบรรจุชิ้นงานได้อย่างอัตโนมัติ

```

</GetLotCarriersList>
- <GetLotCarriersList>
  <Name>SN-17-002</Name>
  <TransType>END</TransType>
  <Port>IN</Port>
  <LoadedInEquipment>WBKNS867</LoadedInEquipment>
  <TransactionTime>2017-09-21T14:00:00+07:00</TransactionTime>
  <Employee>nxa05447</Employee>
</GetLotCarriersList>
- <GetLotCarriersList>
  <Name>SN-17-002</Name>
  <TransType>END</TransType>
  <Port>IN</Port>
  <LoadedInEquipment>WBKNS867</LoadedInEquipment>
  <TransactionTime>2017-09-21T14:00:00+07:00</TransactionTime>
  <Employee>nxa05447</Employee>
</GetLotCarriersList>
- <GetLotCarriersList>
  <Name>SN-17-003</Name>
  <TransType>START</TransType>
  <Port>OUT</Port>
  <LoadedInEquipment>WBKNS867</LoadedInEquipment>
  <TransactionTime>2017-09-21T13:59:10+07:00</TransactionTime>
  <Employee>nxp27764</Employee>
</GetLotCarriersList>
- <GetLotCarriersList>
  <Name>SN-17-002</Name>
  <TransType>END</TransType>
  <Port>IN</Port>
  <LoadedInEquipment>WBKNS867</LoadedInEquipment>
  <TransactionTime>2017-09-21T13:58:21+07:00</TransactionTime>
  <Employee>nxp27764</Employee>
</GetLotCarriersList>
- <GetLotCarriersList>
  <Name>SN-17-001</Name>
  <TransType>END</TransType>
  <Port>IN</Port>
  <LoadedInEquipment>COHTC005</LoadedInEquipment>
  <TransactionTime>2017-09-21T13:52:50+07:00</TransactionTime>
  <Employee>nxa05447</Employee>
</GetLotCarriersList>
- <GetLotCarriersList>
  <Name>SN-17-001</Name>
  <TransType>END</TransType>
  <Port>IN</Port>
  <LoadedInEquipment>COHTC005</LoadedInEquipment>
  <TransactionTime>2017-09-21T13:52:50+07:00</TransactionTime>
  <FmnInvee>nxa05447</FmnInvee>

```

ภาพที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบ RFID ครั้งที่ 1 โปรแกรม InquiryTxn

จากภาพที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบ RFID ครั้งที่ 1 โปรแกรม InquiryTxn จะเห็นได้ว่าระบบ RFID สามารถตรวจสอบประวัติของภาชนะบรรจุชิ้นงานได้ และข้อมูลที่ได้ตรงกับหน้าจอแสดงผลของผู้ใช้งานที่แสดงบนโปรแกรม CMSS

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลองระบบ RFID

- 5.1.1 สามารถดึงข้อมูลการนำงานเข้า (track-in) ได้อย่างอัตโนมัติ
- 5.1.2 สามารถบันทึกหมายเลขภาชนะบรรจุชิ้นงานเข้าระบบได้อย่างอัตโนมัติ
- 5.1.3 สามารถตรวจสอบประวัติของภาชนะบรรจุชิ้นงานได้

#### 5.2 วิจารณ์การวิจัย

จากผลการทดสอบระบบ RFID ในขั้นตอนกระบวนการการผลิต Post mold cure ยังคงไม่สามารถ track in และ track out ในระบบ CMSS ได้อย่างอัตโนมัติ อันเนื่องมาจากการออกแบบรถเข็นใส่ภาชนะบรรจุชิ้นงาน ที่มีการออกแบบให้ใส่ภาชนะบรรจุชิ้นงานที่ใกล้เคียงกันมาก และเป็นจำนวนมาก ทำให้พื้นที่ในการใช้ reader อ่าน tag นั้นมีน้อย และทำได้ยาก เนื่องจากมีการดูดซับคลื่นวิทยุจากรถเข็นใส่ภาชนะบรรจุชิ้นงาน และภาชนะบรรจุชิ้นงานที่เป็นโลหะ

#### 5.3 ปัญหา และการแก้ไข

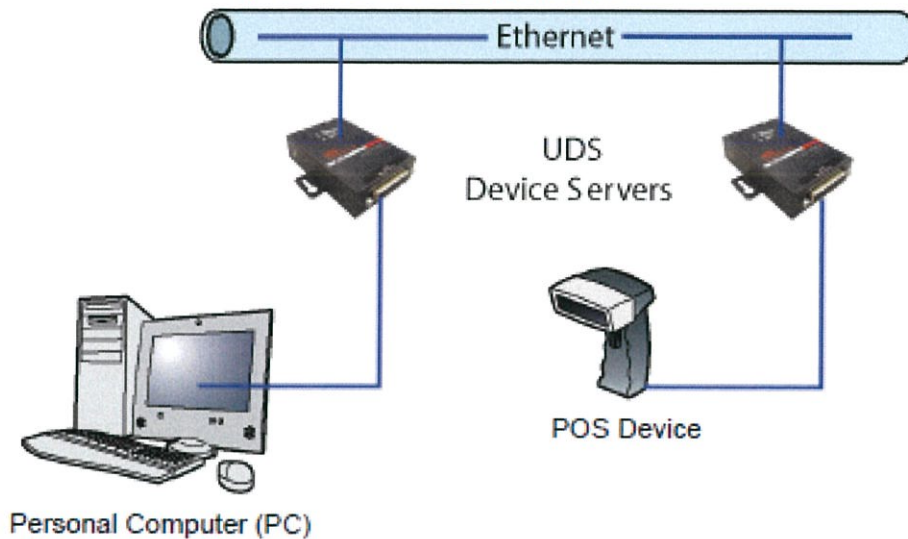
จากปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการการผลิตของ Post mold cure ที่ไม่สามารถ track in และ track out ได้อย่างอัตโนมัติได้นั้น ได้มีการแก้ไขโดยให้พนักงานใช้ reader อ่าน tag แต่ละภาชนะบรรจุชิ้นงานด้วยตนเอง และเมื่อพนักงานทำการ track out ครบตามจำนวนผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการ move out โดยอัตโนมัติทันที

## เอกสารอ้างอิง

1. *SlideShare*. [Online] <https://www.slideshare.net/>.
2. *identifiy RFID*. [Online] <http://www.id.co.th/>.
3. *Petrochemical Encyclopedia*. [Online] [www.pttplc.com](http://www.pttplc.com).
4. *LANTRONIX*. [Online] [www.lantronix.com/](http://www.lantronix.com/).
5. *MDTi*. [Online] [mmdt.cc/](http://mmdt.cc/).
6. *NXP ATBK*. [Online] <https://nww.new.nxp.com/>.
7. *How is RFID Used in Real World Applications?* [Online] [blog.atlasrfidstore.com](http://blog.atlasrfidstore.com).
8. *Electronic Product Code*. [Online] [en.wikipedia.org/](http://en.wikipedia.org/).
9. *Frequency of transmission*. [Online] [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org).
10. กฎหมายไทยกับความถี่คลื่นวิทยุ. [Online] [www.ratchakitcha.soc.go.th](http://www.ratchakitcha.soc.go.th).
11. มาตรฐานสากลของการทดสอบผลิตภัณฑ์ RFID. [Online] [www.tpa.or.th](http://www.tpa.or.th).

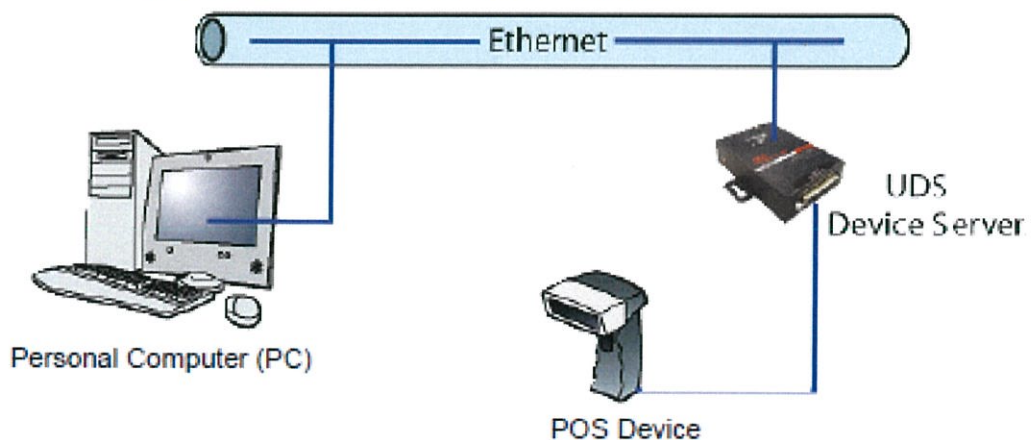
## ภาคผนวก

Figure 2-1. Serial Tunneling Example



The Com Port Redirector software available for download at [www.lantronix.com/support/downloads](http://www.lantronix.com/support/downloads) simplifies the integration process by extending the functionality of COM-port-based Windows™ applications. Virtual COM ports, mapped to remote device servers on the network, can replace direct serial connections.

Figure 2-2. Direct TCP/IP or Redirector Configuration



**Note:** For step-by-step instructions on configuring the UDS for serial tunneling or for use with the Com Port Redirector, see UDS Configuration Tutorials on the Lantronix web site: [www.lantronix.com/support](http://www.lantronix.com/support).

รูปที่ 1 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ Lantronix เข้ากับอุปกรณ์อื่นเพื่อใช้งาน

Figure 3-2. Standard UDS1100 Connected to Serial Device and Network



#### To install the unit:

Complete the following steps in order. Refer to the numbers in the figure above.

**Note:** See the sections that follow for details about connectors and pinouts.

1. Connect a serial device to your unit.
2. Connect an Ethernet cable to the RJ45 port.
3. For the UDS1100-POE version, power is supplied to your unit over the Ethernet interface using an 802.3af POE-compliant power source such as a POE mid-span or POE Ethernet switch.
4. For non-POE UDS1100 unit, supply power to your unit using the power supply that was included in the packaging.

**Note:** The required input voltage for the non-POE UDS1100 is 9-30 VDC (center +) or 10-24 VAC (1.5W maximum power required).

5. Supply power to the serial device.

**Note:** If you encounter a problem, please see [LEDs](#) for diagnostic information.

รูปที่ 2 ตัวอย่างการติดตั้ง Lantronix เพื่อใช้งาน

## Required Information

Before configuring the UDS, have the following information available:

### Hardware Address

Take note of the unit's hardware address (also known as the Ethernet or MAC address). It is on the product label (see *Product Information Label*).

Hardware Address: 00 – 20 - 4a - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

OR

Hardware Address: 00 – 80 - A3 - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

**Note:** Make note of the MAC address. It is needed to locate the UDS1100 module using DeviceInstaller.

### IP Address

The UDS must have a unique IP address on your network. This address references the specific unit. By default, the unit is DHCP-enabled and automatically assigned an IP address on DHCP-enabled networks. If you are assigning a static IP address, the systems administrator generally provides the IP address, subnet mask, and gateway.

**Note:** The factory default IP address is 0.0.0.0 to enable DHCP, BOOTP, and AutoIP. When the units boots, it sends a DHCP broadcast to try and get an IP address. If it receives no reply from a DHCP server, the UDS tries BOOTP. If the UDS does not receive a response from BOOTP, it reverts to an AutoIP address.

IP Address: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Subnet Mask: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Gateway: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

You have several options for assigning an IP address and related network settings to your unit. This chapter provides information about using the DeviceInstaller (graphical user interface) and serial port login (command line interface) methods.

**Note:** For information about other methods of assigning the IP address, such as DHCP, AutoIP, ARP, and Telnet, see *E: Alternative Ways to Assign an IP Address*.

Figure 5-2. Lantronix Web-Manager

The screenshot shows the Lantronix Web-Manager interface for a UDS1100 device. The interface is divided into a left-hand navigation menu and a main content area. The navigation menu includes options for Network, Server, Serial Tunnel, Channel 1, Serial Settings, Connection, Apply Settings, and Apply Defaults. The main content area is titled "Device Status" and displays configuration details for Product Information, Network Settings, and Line settings.

Product Information	
Firmware Version:	V6.11.0.0
Build Date:	06-Apr-2015
Network Settings	
MAC Address:	93-85-F7-4A-20-AA
Network Mode:	Wired
DHCP HostName:	< None >
IP Address:	172.19.203.6
Default Gateway:	172.19.0.1
DNS Server:	0.0.0.0
MTU:	1400
Line settings	
Line 1:	RS232, 9600, 8, None, 1, None.

WebManager Version: 3.0.0.7 Copyright © Lantronix, Inc. 2007-2015. All rights reserved.

รูปที่ 4 Web-Manager ที่ใช้สำหรับการ Configuration Lantronix เพื่อใช้งาน

## LEDs

The UDS has the following LEDs, which help you diagnose problems.

- ◆ Power LED (green)
- ◆ Ethernet 10/100 Link (yellow = 10 Mb/green = 100 Mb)
- ◆ Ethernet Half/Full Duplex Activity (yellow = Half Duplex/green = Full Duplex)
- ◆ Diagnostic (red)
- ◆ Status (green)

Simultaneously lit Diagnostic (red) and Status (green) LEDs means something is wrong. If the Diagnostic LED is lit or blinking, count the number of times the Status LED blinks between its pauses. The following table explains the LED functions:

Table A-1 UDS1100 LEDs

Diagnostic LED	Channel 1 Status LED	Condition
OFF	N/A	No Errors
ON	Blinks 3x/4 seconds	Network controller error
ON	Blinks 4x/4 seconds	Serial number storage checksum error
ON	Blinks 5x/4 seconds	Duplicate IP address present
Blinks 2x/second	Blinks 5x/4 seconds	No DHCP response
Blinks 2x/second	ON	Setup menu active

รูปที่ 5 สถานะการกระพริบของ LED บน Lantronix

## Serial Port

The UDS has a female DCE DB25 serial port that supports RS-232 and RS-485/422 serial standards (software selectable) up to 230 Kbaud.

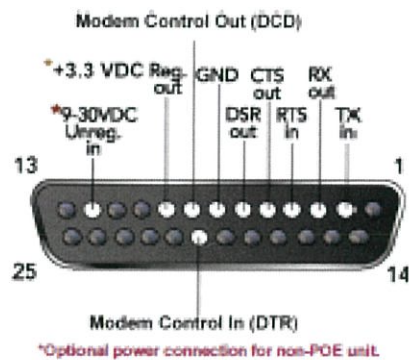
Figure B-1. Serial Interface



## Serial Connector Pinouts

The unit's female DB25 connector provides an RS-232C, RS-485, or RS-422 DCE serial port. The default serial port settings are 9600 baud, 8 bits, no parity, and 1 stop bit.

Figure B-2. DB25 Female DCE Interface RS232

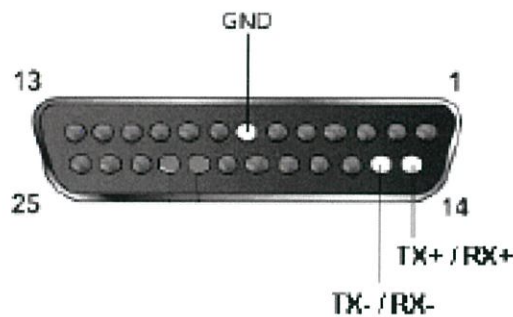


รูปที่ 6 Pinouts ส่วนของ DB25

Figure B-3. DB25 Female Interface RS422 (4 wire mode)



Figure B-4. DB25 Female Interface RS485 (2 wire mode)



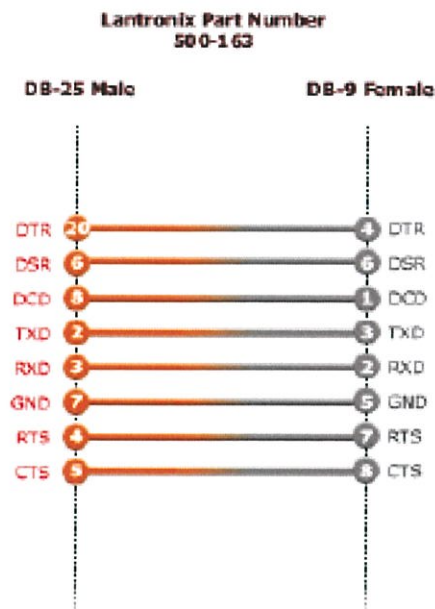
## Modem Cable

When attaching the DB25 of the UDS to the DB9 com port on a PC, use a standard straight-through serial cable (Lantronix Part No. 500-163). The figure below shows the pinouts for a DB25 to DB9 straight-through cable, often referred to as a "Modem Cable".

To configure the UDS using the DB9 serial port, you need only pin out the TXD, RXD, and GND signals.

รูปที่ 7 Pinouts ส่วนของ DB25 และสาย Modem

Figure B-5. Wiring Diagram for Lantronix Modem Cable, Part No. 500-163

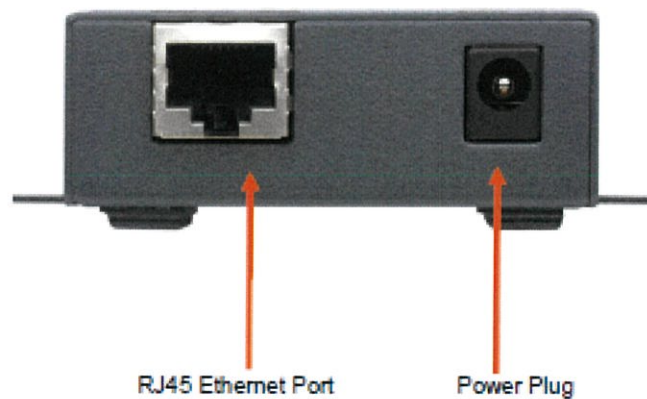


## Network Port

The standard UDS1100 non-POE version unit's back panel contains a power plug and an RJ45 (10/100) Ethernet port.

The UDS1100-POE version does not have a power plug; it is powered through the Ethernet interface using 802.3af Power over Ethernet.

Figure B-6. Network Interface

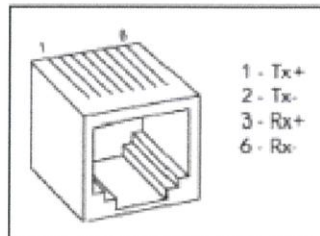


รูปที่ 8 Connection และ Network port

## Ethernet Connector Pinouts

The UDS1100 supports 10/100 Mbps half or full duplex Ethernet through an RJ45 connector.

Figure B-7. RJ45 Ethernet Connector



## Power Plug

*Power input on the power plug is 9 -30 VDC (center +) or 10-24 VAC (1.5W maximum power required).*

รูปที่ 9 Pinouts ของ Connector และการจ่ายไฟของ Power plug

## C: Technical Specifications

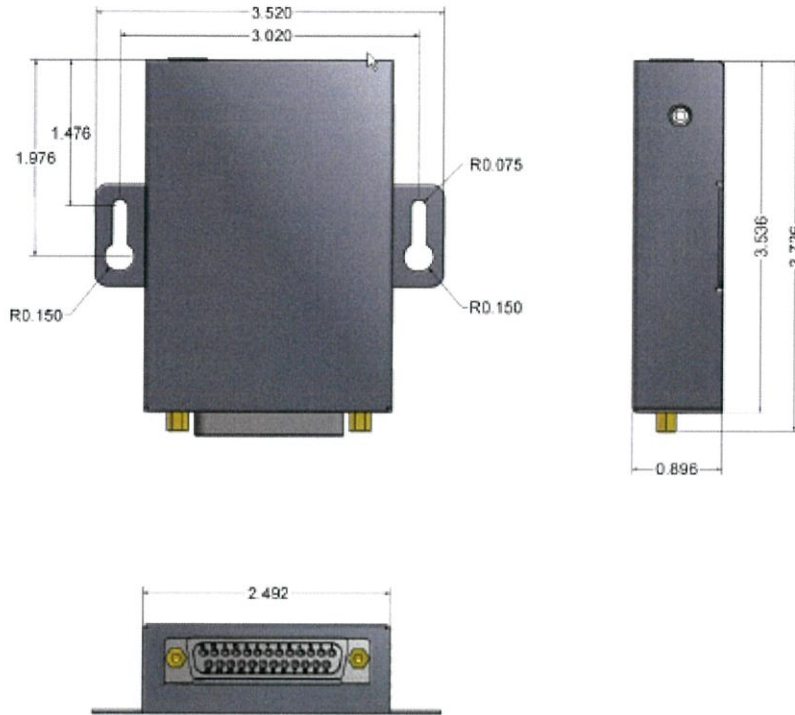
Table C-1 Technical Specifications

Category	Description
CPU	Lantronix DSTNI-EX 48 MHz clock
Internal CPU Memory	256 KB zero wait state SRAM
Flash	2 MB Flash
EEPROM	2 or 4 KB EEPROM
Serial Interface	1 DB25F DCE serial port Software-selectable baud rate from 300 to 230 Kbaud Software-selectable RS232, RS422 or RS485 (2 and 4 wire support)
Serial Line Formats	Characters: 7 or 8 data bits Stop bits: 1 or 2 Parity: odd, even, none
Modem Control	DTR, DSR
Flow Control	Hardware: CTS/RTS Software: XON/XOFF
Power Input	Standard UDS1100 (non-POE unit) 9-30 VDC or 9-24 VAC on barrel connector (1.5 Watts maximum consumption) 9-30 VDC on DB25F serial interface UDS1100-POE only 802.3af Power over Ethernet (UDS1100-POE only)
Network Interface	1 RJ45 10Base-T/100Base-TX Ethernet port Software selectable Ethernet speed 10/100/Auto Software selectable Half/Full/Auto duplex
Dimensions	Height: 2.3 cm (0.9 in) Width: 6.4 cm (2.5 in) Depth: 9.0 cm (3.5 in)
Weight	0.20 kg (0.45 lb)
Temperature	Operating range: -40° to 70° C (-40° to 158° F) <i>Note: Operating range for UDS1100-PoE device server is 0° to 60° C (32° to 140° F)</i> Storage range: -40° to 85° C (-40 to 185° F)
Relative Humidity	Operating 10% to 90% non-condensing, 40% to 60% recommended Storage 10% to 90% non-condensing
Case	Metal enclosure with integrated wall mounts Optional 35 mm Din Rail mount available
Protocols Supported	ARP, UDP/IP, TCP/IP, Telnet, ICMP, SNMP, DHCP, BOOTP, TFTP, and HTTP
Installable Industrial Protocols	ModBus TCP, ModBus ASCII/RTU, DF1 Multi-Master (IAP version only)

Category	Description
Management	Internal web server SNMP (read only) Serial login Telnet login DeviceInstaller software
System Software	DeviceInstaller, Windows® 95/98/ME/NT/2000/XP-based configuration software Com Port Redirector, Windows® 98/NT/2000/XP-based virtual com port software
LEDs	Power 10/100 Mb Link 10/100 Activity Diagnostic Status
Emissions	FCC Part 15 Subpart B Class A Radiated Emissions 30MHz – 1000MHz ICES-003 Issue 4 February 2004 Class A Radiated Emissions 30MHz – 1000MHz AS/NZS CISPR 22: 2004 Class A Radiated Emissions 30MHz – 1000MHz EN55022: 1998 + A1: 2000 + A2: 2003 Class A Radiated Emissions 30MHz – 1000MHz VCCI V-3/2005.04 Class A Radiated Emissions 30MHz – 1000MHz EN61000-3-2: 2000 Class A Harmonic Current Emissions EN61000-3-3: 1995 + A1: 2001 Fluctuations and Flicker
Immunity	EN55024: 1998 +A1: 2001 +A2: 2003 IEC_61000-4-2: 1995 ESD 8KV Air Discharge (Direct), 4KV Contact Discharge (Direct/Indirect) IEC_61000-4-3: 1995 Radiated Immunity 3.0V/m, 1KHz AM Sine Wave at 80% IEC_61000-4-4: 1995 EFT/Burst 1.0KV Power Lines, 0.5KV I/O Lines IEC_61000-4-5: 1995 Surge Immunity 1.0KV Common Mode, 1.0 KV Differential Mode IEC_61000-4-6: 1996 Conducted Immunity 3.0 Vrms, 80% AM Modulated (1KHz) IEC_61000-4-8: 1993 Magnetic Field Immunity 50Hz 1.0 Ams/m IEC_61000-4-11: 1994 Voltage Dips and Interrupts (>95%, 0.5 periods), (30%, 25 periods), (>95%, 250 periods)
Isolation	Designed with protections against transients and ESD for use under harsh environments Serial Port: 15 KV ESD protection on RS232 and RS422/485 transceivers Power Input: Up to non-repeated 600 W 10/100 usec pulse protection against transient over voltages Ethernet Port: 1500 VAC isolation shielded with shield connected to chassis ground for signal integrity and ESD protection
Agency Approvals	UL, CSA, FCC, CE, TUV, CTick, VCCI

## D: Mounting Brackets

The following drawings provide dimensions of the brackets for mounting the UDS1100.



รูปที่ 11 ขนาดของ Lantronix

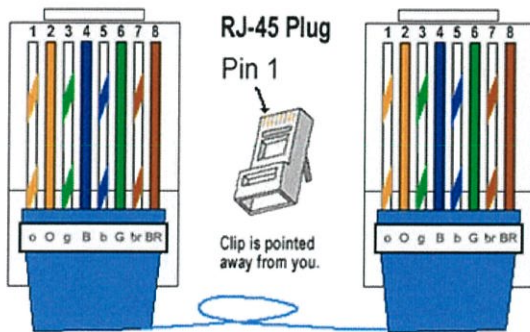


Figure B-3. DB25 Female Interface RS422 (4 wire mode)

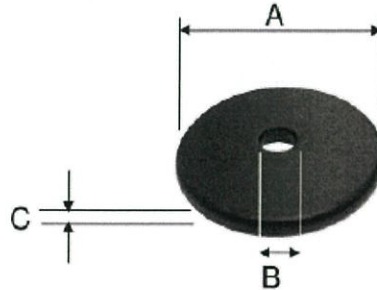


LAN (RJ45)		LANTRONIX (DB25)	
RJ45	PIN#	PIN#	DB25
RX-	1	15	TX-
RX+	2	14	TX+
GND	3	7	GND
TX+	4	21	RX+
TX-	5	22	RX-
NC	6		
NC	7		
NC	8		

รูปที่ 12 การเชื่อมต่อสาย LAN กับ Lantronix

# HF TAG

## MiTH-M30



### MECHANICAL DIMENSIONS

A	Tag Diameter	30.0 ± 0.5	mm
B	Screw Hole	5.0 ± 1.0	mm
C	Tag Thickness	3.0 ± 0.5	mm

### FEATURES

Applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warehouse Management</li> <li>• Process Control</li> <li>• Laundry Management</li> <li>• Asset Management / Tracking</li> </ul>
Operating Distance	Typically ~3cm desktop reader (Depending on the Reader Design)
Frequency	13.56MHz
Transmission	Passive
Protocol	ISO/IEC 15693
Compliance	
Functions	Multiple Read Capability: Anti-collision compliant to ISO15693
Memory	1kb Memory

### DELIVERY FORM

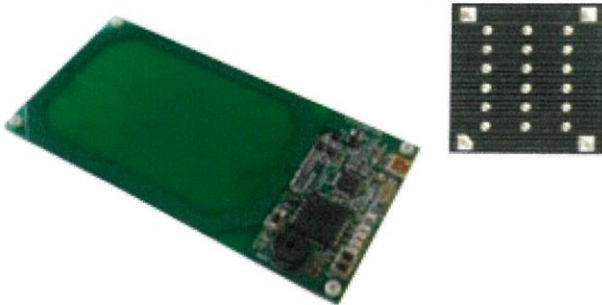
Tag Format	Singulated
Tag Face Material	PA6 / PA9T
Assembly	Overmolding
Protection Class	IP68
Standard Color	Black
Approximately Weight	~5g
Operating Temperature	-25°C to 90°C
Storage Temperature	-25°C to 120°C 250°C for 2 hours
EAS	Yes
Write Endurance Cycle	100,000 cycles
Data Retention	Typical 10 years
Final Inspection	100% inspection. Yield >95%. Bad Units were marked.
Data Sheet Version	MiTH-M30-03
Date	22 May 2017

# RFID HF

## MD770R EVALUATION KIT



### THE MINI-SIZED HF RFID READER MODULE



RFID is recognized as the most reliable technology today for product identification and authentication. Cost which was the greatest obstacle in RFID implementations is now being overcome with the introduction of MD770R HF RFID Core that supports all ISO15693 tags and ISO14443 A/B tags.

This revolutionary, mini-sized RFID Reader Module reduces the complexity of RFID reader by simplifying the circuits with built-in transceiver thus greatly reduces component cost. It is small in size, consumes low power, but it contains the functionalities of a full featured RFID reader. This module can be used to build HF RFID readers for any applications.

### SPECIFICATIONS

<b>Model</b>	MD-770R
<b>Supported IC Cards, Tags</b>	ST LRIs; NXP I-CODE, I-Code SLI; Tag-It; My-D; and any ISO/IEC 15693 & ISO/IEC18000-3 compatible tags.
<b>Operating Frequency</b>	13.56MHz $\pm$ 7KHz
<b>RF Output</b>	Tuneable (38mW default)
<b>Operating Distance</b>	0 to 120mm
<b>Interface</b>	Serial CMOS
<b>Power Supply</b>	DC2.7 ~ 5.0V $\pm$ 5%
<b>Power Consumption</b>	<10mA RF carrier ON; <8.5mA RF carrier OFF, <10 $\mu$ A RF power down
<b>Storage Temperature</b>	-20 to +50oC
<b>Perating Temperature</b>	0 -10 to +40oC
<b>Dimension</b>	15mm x 15mm x 20mm

#### Evaluation Kit Package

The MD770R Evaluation Kit (EK) is suited for all potential ODM/OEM customers who wish to build readers for mobile devices or high performance stand alone RFID readers/scanners.

#### EK Package Consists of:

- USB based MD770R reader
- Sample ISO/IEC1 5693 tags from respective makers
- Programmer's manual, compatible with .Net, and C++
- Datasheet
- Evaluation Kit Case



รูปที่ 14 Datasheet ของ Reader



**US Part Number: 81160**  
Canada Part Number: 59403

## Permatex® High-Temp Red RTV Silicone Gasket Maker

*Category: Gasket Makers*

OEM specified. Formulated for hi-temp applications, or heavy-duty use (such as towing, etc.). Replaces almost any cut gasket by making reliable "formed-in-place" gaskets that resist cracking, shrinking and migrating caused by thermal cycling. Coats pre-cut gaskets to increase reliability. Temperature range -65°F to 650°F (-54°C to 343°C) intermittent; resists auto and shop fluids.

### Application

### Additional Information

### Tech Docs

### Instruction

#### **DIRECTIONS:**

1. For best results, clean and dry all surfaces with a residue-free solvent such as Permatex® Brake & Parts Cleaner.
2. Cut nozzle to desired bead size. Gaskets are best formed using a 1/16" to 1/4" bead.
3. Apply a continuous, even bead of silicone to one surface, surrounding all bolt holes. Assemble parts immediately while silicone is still wet. Finger tighten until material begins to squeeze out around flange. Allow to dry for one hour then retighten 1/4 to 1/2 turn.
4. Silicone will skin over in one hour and fully cure in 24 hours under normal conditions. Allow more time for cold or very dry conditions.
5. Clean uncured silicone from hands, tools and clothing with **Fast Orange® Hand Cleaner**.

NOTE: Not recommended for use on head gaskets or parts in contact with gasoline.

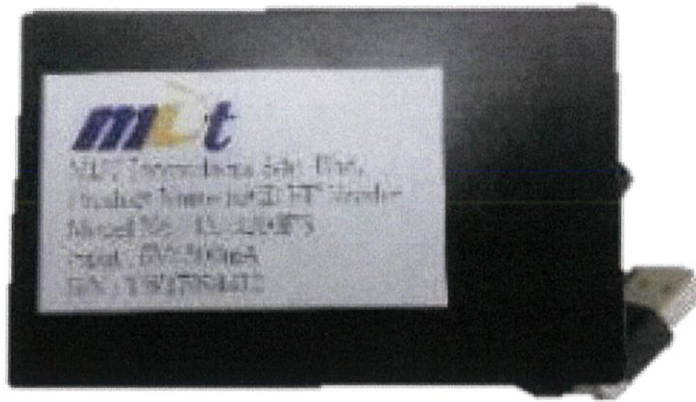
รูปที่ 15 Datasheet ภาพที่ใช้อยู่ Tag กับ Carrier

ขนาดกำหนด	เกลียวปกติหรือเกลียวหยาบ		เกลียวละเอียด	
	ระยะพิตช์	รูเจาะทำเกลียว	ระยะพิตช์	รูเจาะทำเกลียว
1.4	0.3	1.1	-	-
1.6	0.35	1.25	-	-
2	0.4	1.6	-	-
2.5	0.45	2.05	-	-
3	0.5	2.5	-	-
4	0.7	3.3	-	-
5	0.8	4.2	-	-
6	1.0	5.0	-	-
8	1.25	6.75	1.0	7.0
10	1.5	8.5	1.25	8.75
12	1.75	10.25	1.5	10.50
14	2.0	12.00	1.5	12.50
16	2.0	14.00	1.5	14.50
18	2.5	15.50	1.5	16.50
20	2.5	17.50	1.5	18.50
22	2.5	19.50	1.5	20.50
24	3.0	21.00	2.0	22.00
27	3.0	24.00	2.0	25.00

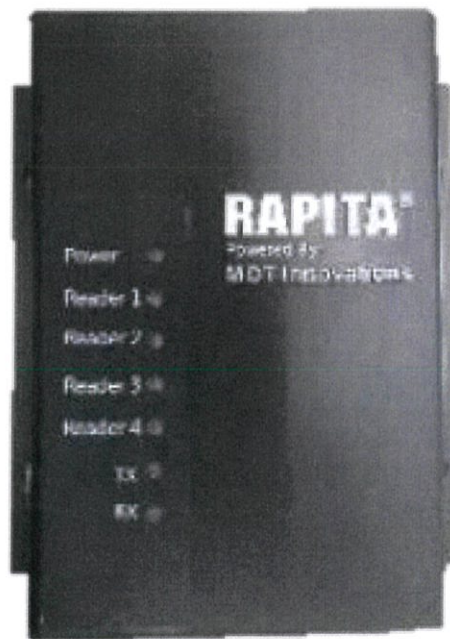
รูปที่ 16 การคำนวณขนาดการเจาะรูยึด Tag กับ Carrier



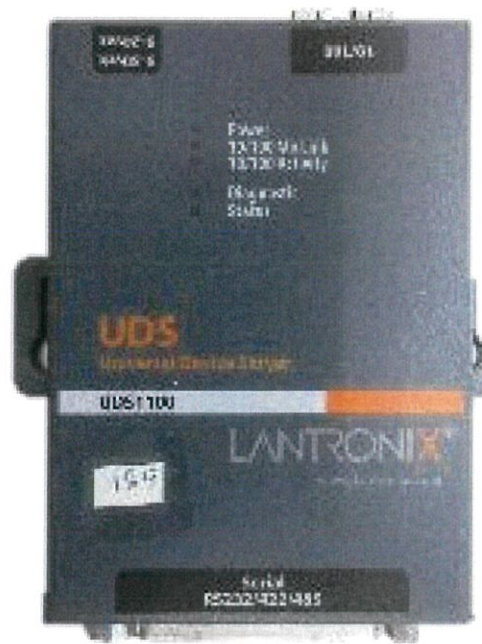
รูปที่ 17 RFID Tag ที่ใช้งานจริง



รูปที่ 18 RFID Reader ที่ใช้งานจริง



รูปที่ 19 Tx ที่ใช้งานจริง



รูปที่ 20 Lantronix ที่ใช้งานจริง