

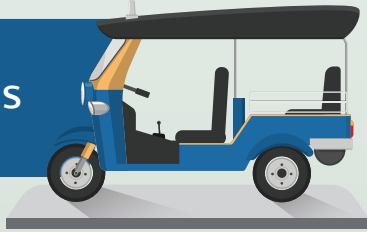


### การพัฒนาต้นแบบรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าดัดแปลง ของสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย

พศ.ดร. ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย

#### ที่มาของโครงการ



ทางสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย ประกอบด้วยสมาชิกที่อยู่ในทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคการศึกษาทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า ได้จัดทำต้นแบบรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการดัดแปลงเป็นรถตุ๊กตุ๊กเครื่องยนต์ให้ เป็นรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า รวมไปถึงแผนธุรกิจที่สามารถต่อยอดไปเชิงพาณิชย์และการสร้างอาชีพ รวมทั้งการฝึกอบรมให้กับผู้ที่สนใจ ตลอดจนสามารถแสดงสาริตพาหนะไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศไทยได้อีกด้วย

รถตุ๊กตุ๊กเป็นพาหนะโดยสารสาธารณะที่นำมาใช้ในประเทศไทยกว่า 50-60 ปี ในช่วงเริ่มต้นรถตุ๊กตุ๊กถูกนำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น เมื่อมีการใช้งานยาวนานเกินกว่าสิบปีจำเป็นต้องมีการซ่อมเปลี่ยนใหม่ จึงทำให้มีอุตสาหกรรมไทยขนาด SME สร้างอะไหล่และสร้างตัวถังทั้งหมดเพื่อนำไปทดแทนรถตุ๊กตุ๊กนำเข้าที่เลิกผลิตไปและไม่มีอะไหล่ในประเทศจนได้เป็นรถตุ๊กตุ๊กที่เป็นเอกลักษณ์ของไทยในปัจจุบัน ปัจจุบันชิ้นส่วนเครื่องยนต์เกียร์และเฟืองท้ายส่วนใหญ่ใช้ชิ้นส่วนมือสองขนาดเล็กของญี่ปุ่น โดยเฉพาะ Daihatsu และ Suzuki ส่วนแชสซีและส่วนประกอบอื่นๆ ผลิตในประเทศ รถตุ๊กตุ๊กเดิมใช้เครื่องยนต์เบนซินมือสองจากญี่ปุ่นสองกระบอกสูบสองจังหวะขนาด 350CC และในปัจจุบันมาพัฒนาเป็นเครื่องยนต์เบนซินระบบหัวฉีดขนาดสามกระบอกสูบสี่จังหวะขนาด 650 CC โดยส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิง LPG และในบางรุ่นจะใช้เชื้อเพลิง NGV การใช้เครื่องยนต์มือสองทำให้ขาดมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยสิ่งแวดล้อม ในอุตสาหกรรมตุ๊กตุ๊กมักจะมีขาดมาตรฐาน

ชิ้นส่วน การประกอบ และการผลิต เนื่องจากแชสซีจะเปลี่ยนแปลงตามเครื่องยนต์เสมอและอะไหล่ของเครื่องยนต์มือสองจากญี่ปุ่นส่วนใหญ่เป็นอะไหล่มือสองรถญี่ปุ่นที่นำเข้าและมีจำนวนและประเภทที่แตกต่างกัน

รถตุ๊กตุ๊กไทยเป็นสัญลักษณ์ของประเทศไทยในด้านการท่องเที่ยวในมุมมองของชาวต่างชาติ สำหรับคนไทยส่วนใหญ่ยังมองว่าตุ๊กตุ๊กเป็นพาหนะรับจ้างที่มีราคาต่ำโดยสารสูงและมีควันก่อไอเสียเสียงดัง ผู้ขับขี่อันตราย แต่ในมุมมองของชาวต่างชาติเป็นพาหนะที่ต้องลองนั่งเป็นประสบการณ์ ในปัจจุบันรถตุ๊กตุ๊กไทยมีการส่งออกไปต่างประเทศจำนวนหนึ่ง

โครงการสนับสนุนเปลี่ยนรถตุ๊กตุ๊กให้เป็นตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า เป็นโครงการที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ได้มอบหมายให้คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี รับผิดชอบในการส่งเสริมการใช้งานรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า โดยโครงการนี้จะมีการแลกเปลี่ยนตุ๊กตุ๊กเครื่องยนต์เก่าเป็นตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าใหม่ จำนวน 100 คัน เป็นโครงการที่ทำให้เกิดผู้ประกอบการ SME ที่สร้างรถตุ๊กตุ๊กเริ่มทำการผลิตรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าใหม่ขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในระยะเริ่มแรก การสร้างรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าดัดแปลงยังช่วยในการพัฒนาอาชีพใหม่และธุรกิจใหม่ๆ ทางด้านยานยนต์ไฟฟ้าของไทยได้อีกด้วย โดยโครงการนี้เริ่มต้นตั้งแต่ 21 กุมภาพันธ์ 2560 รถเสร็จสมบูรณ์ในวันที่ 25 ธันวาคม 2560 และในปัจจุบัน 6 มิถุนายน 2561 กำลังอยู่ในขั้นตอนการจดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก โดยโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างข้อกำหนดพื้นฐาน (Specifications) การดัดแปลงรถตุ๊กตุ๊กเครื่องยนต์เป็นรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า เช่น กำลังความเร็ว ขนาด ความกว้าง ความยาวและความสูง 2) เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการแข่งขันการดัดแปลงรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าในประเทศไทย 3) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และธุรกิจของรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า

#### ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทำรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าต้นแบบของสมาคมฯ มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการดังต่อไปนี้

##### 1. ศึกษาข้อมูลและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

เริ่มทำการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ผู้ใช้ยานรถตุ๊กตุ๊กที่บริการในกรุงเทพฯ และปริมณฑล กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดกำลังของ

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. ๒๕๖๐ โดยมีรายละเอียดได้แก่ “รถยนต์รับจ้างสามล้อและรถยนต์สามล้อส่วนบุคคลที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะต้องมีการจัดไฟฟ้ (Rated Power) ของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๔ กิโลวัตต์ และสามารถขับเคลื่อนรถให้มีความเร็วสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๔๕ กิโลเมตรต่อชั่วโมง”

## 2. จัดหารถตุ๊กตุ๊กเพื่อทำต้นแบบ



สภาพรถตุ๊กตุ๊กที่จัดหา



สภาพกระจังหน้า

รูปที่ 1 สภาพรถตุ๊กตุ๊ก

บริษัท ตุ๊กตุ๊ก 1999 ได้ทำการมอบรถตุ๊กตุ๊กที่ผ่านการใช้งานแล้วจำนวนหนึ่งคันให้สมาคมฯ เพื่อใช้ในการศึกษาการดัดแปลงรถตุ๊กตุ๊กที่ใช้เครื่องยนต์ภายในให้เป็นรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า

## 3. ตรวจสอบสภาพ



ถอดชิ้นส่วนหลังคาออก  
เพื่อตรวจสอบสภาพ



ตรวจสอบสภาพเหล็กของกระบะ

รูปที่ 2 ตรวจสอบสภาพรถตุ๊กตุ๊กที่นำมาดำเนินการดัดแปลง

จากการตรวจสอบสภาพรถตุ๊กตุ๊กต้นแบบมีสภาพเก่ามาก ชิ้นส่วนเหล็กกระจังหน้าและกระบะบุมาก สูญเสียความมั่นคงแข็งแรง จำเป็นต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนเหล่านี้ เพื่อการใช้งานที่ปลอดภัย

## 4. ปรับปรุงสภาพรถตุ๊กตุ๊ก



แชซชสอยู่ในสภาพดี



ทำสี่แฮลซี่



ติดตั้งกระบะ



ติดตั้งกระจังหน้า

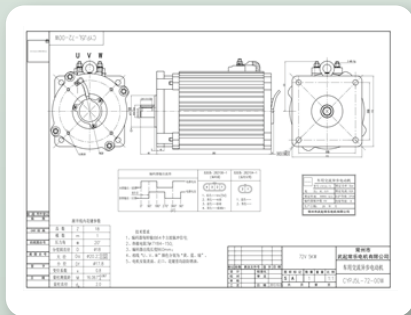
รูปที่ 3 เตรียมสีพื้นและเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหาย

ถอดชิ้นส่วนที่เสียหายออก ทำความสะอาดแชสซีและเตรียมสีพื้นกับสนิม และติดตั้งกระบะและกระจังหน้าของรถตุ๊กตุ๊ก ทำสีพื้นเพื่อกับสนิม

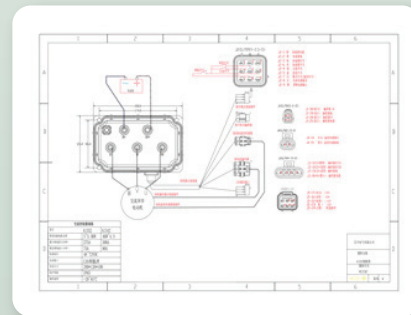
### 5. เลือกมอเตอร์และชุดควบคุมแบบเตอร์ที่เหมาะสม

เลือกมอเตอร์กระแสสลับขนาด 5kW 72V ตามข้อกำหนดของประกาศกรมการขนส่งทางบก จำนวนหาความเร็ว เลือกมอเตอร์และชุดควบคุมตามตัวอย่างที่ใช้ซึ่งมีความเร็วรอบ 3000-6000 rpm แรงบิดสูงสุด 15.9 Nm อัตราทดเฟืองท้าย 1:6.4

รัศมีล้อ 25 ซม. ความเร็วในกรณีไม่มีโหลดจะเป็น 44-73 กม./ชม. หากประสิทธิภาพการถ่ายทดกำลังเป็น 95% แรงขับเคลื่อน (6.4x15.9x.9/.25) 366 N



มอเตอร์ AC ขนาด 5kW 72V



ชุดควบคุมมอเตอร์ AC ขนาด 5kW 72V

รูปที่ 4 คุณสมบัติของมอเตอร์ ชุดควบคุม แบบเตอร์และเฟืองท้าย

### 6. ออกแบบติดตั้งมอเตอร์ ชุดควบคุม แบบเตอร์ และระบบไฟฟ้า



ติดตั้งมอเตอร์ที่ก่อนที่สอ



ติดตั้งชุดมอเตอร์เฟืองท้าย

รูปที่ 5 จัดหาชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าและติดตั้ง



ติดตั้งกระบะ



ติดตั้งกระจังหน้า

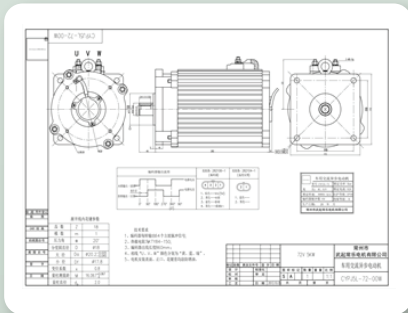
รูปที่ 3 เตรียมสีพื้นและเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหาย

ถอดชิ้นส่วนที่เสียหายออก ทำความสะอาดแชสซีและเตรียมสีพื้นกันสนิม และติดตั้งกระบะและกระจังหน้าของรถตุ๊กตุ๊ก ทำสีพื้นเพื่อกันสนิม

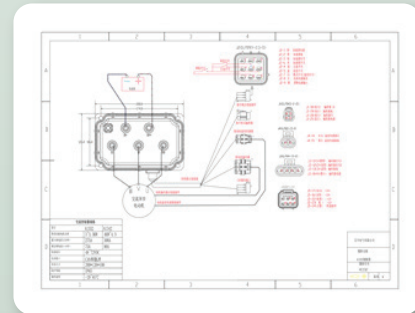
### 5. เลือกมอเตอร์และชุดควบคุมแบบเตอร์ี่ให้เหมาะสม

เลือกมอเตอร์กระแสขนาด 5kW 72V ตามข้อกำหนดของประกาศกรมการขนส่งทางบก จำนวนหาความเร็ว เลือกมอเตอร์และชุดควบคุมตามตัวอย่างที่ใช้ซึ่งมีความเร็วรอบ 3000-6000 rpm แรงบิดสูงสุด 15.9 Nm อัตราทดเฟืองท้าย 1:6.4

รัศมีล้อ 25 ซม. ความเร็วในกรณีไม่มีโหลดจะเป็น 44-73 กม./ชม. หากประสิทธิภาพการด่ายทอดกำลังเป็น 95% แรงขับเคลื่อน (6.4x15.9x.9/.25) 366 N



มอเตอร์ AC ขนาด 5kW 72V



ชุดควบคุมมอเตอร์ AC ขนาด 5kW 72V

รูปที่ 4 คุณสมบัติของมอเตอร์ ชุดควบคุม แบบเตอร์ี่และเฟืองท้าย

### 6. ออกแบบติดตั้งมอเตอร์ ชุดควบคุม แบบเตอร์ี่ และระบบไฟฟ้า



ติดตั้งแบบเตอร์ี่ก่อนที่สอง



ติดตั้งชุดมอเตอร์เฟืองท้าย

รูปที่ 5 จัดหาชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าและติดตั้ง

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบและทดสอบติดตั้งระบบไฟฟ้า มอเตอร์ ชุดควบคุม และแบตเตอรี่ LiFePo4 แบตเตอรี่มีจำนวนสองลูก ลูกที่หนึ่งติดตั้งในบริเวณกลางแชชชีสรดตุ๊กตุ๊ก ลูกที่สองเนื่องจากมีขนาดพื้นที่จำกัด หากวางแบตเตอรี่ที่พื้นคนขับจะทำพื้นที่วางเก้าอี้คนขับ จึงกรอบเหล็กแล้วนำแบตเตอรี่ใส่ไว้ในกรอบเหล็กแล้วติดตั้งแบตเตอรี่และกรอบเหล็กในบริเวณที่นั่งคนขับ และติดตั้งชุดควบคุมในบริเวณแบตเตอรี่ที่ใต้นั่งคนขับเพื่อความง่ายในการดูแลรักษา

### 7. ติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์มอเตอร์และชุดควบคุม แบตเตอรี่ กับรถตุ๊กตุ๊ก

ระบบไฟฟ้านำมาใช้เป็นระบบไฟฟ้าขนาด 72V สำหรับระบบขับเคลื่อน และผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อเปลี่ยนให้เป็น 12 V สำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำเพื่อใช้ในรดตุ๊กตุ๊ก ทดสอบการทำงานเพื่อ

สังเกตการทำงานร่วมกันของระบบทั้งหมด ทั้งมอเตอร์ ชุดควบคุม มอเตอร์ ล้อ ระบบเบรก ระบบไฟฟ้า



ประกอบชิ้นส่วนกลับแล้วทดสอบการทำงานซ้ำ



ตรวจสอบระบบเบรกและการทำงานร่วมกัน

รูปที่ 6 การติดตั้งทดสอบระบบไฟฟ้า

### 8. เก็บรายละเอียดงานระบบไฟฟ้ารวมทั้งหมด

เมื่อติดตั้งงานระบบไฟฟ้ารวมทั้งระบบไฟฟ้าหลักเพื่อการขับเคลื่อนและระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ จำเป็นต้องมีการปรับแต่งความยาวของสายไฟทั้งหมด เพื่อให้เข้ากับโครงสร้างของรถตุ๊กตุ๊ก

รวมไปถึงการติดตั้งระบบสวิทช์ หลอดไฟที่จำเป็นต้องการจัดสายไฟใหม่ พร้อมทั้งการทดสอบการทำงานของระบบขับเคลื่อน



ด้านซ้ายของรถตุ๊กตุ๊กเมื่อประกอบทดสอบการวิ่ง



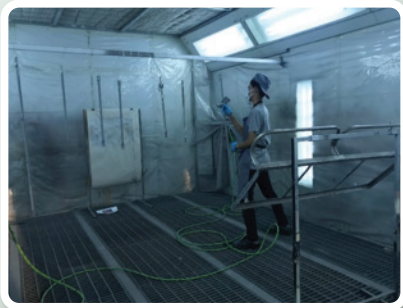
ด้านขวาของรถตุ๊กตุ๊กเมื่อประกอบทดสอบการวิ่ง

รูปที่ 7 เก็บรายละเอียดงานระบบไฟฟ้ารวมทั้งหมด

## 9. ทำสี และเก็บรายละเอียดงานโครงสร้าง

ถอดชิ้นส่วนต่างๆ ออกมาเพื่อทำสี โดยเริ่มจากขัดสนิม ขัดสีพื้น เตรีมสีพื้น พ่นสีจริง และประกอบชิ้นส่วนต่างๆ กลับเข้าตำแหน่งเดิม พร้อมทดสอบระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนและระบบไฟฟ้าแรง

ดันต่ำว่าทำงานตามการออกแบบหรือไม่ ตรวจสอบการทำงาน ของระบบเบรก เบรกมือ และการทำงานในขณะใช้งาน



พ่นสีชิ้นส่วนหลังคา  
แล้วทดสอบการทำงานซ้ำ



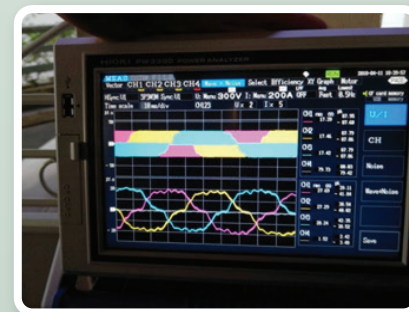
ทำหลังคา เบาะ แก้วระบบเบรก

รูปที่ 8 การทำสี ประกอบชิ้นส่วน เบาะ หลังคา และระบบไฟฟ้า

## 10. ทดสอบใช้งานและเก็บข้อมูลการทดสอบใช้งาน



ทดสอบการใช้งาน  
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย



กราฟที่วัดด้วย Power Analyser  
HIOKI PW3390

รูปที่ 9 ทดสอบใช้งานและเก็บข้อมูลการทดสอบใช้งาน

รถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าต้นแบบของสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย ได้เปิดตัวในงานปีใหม่ของสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย ณ. สดานทูตอังกฤษ และได้ทดสอบใช้งานในการวิ่งจริงโดยมีการเก็บข้อมูลทดสอบด้วย Power Analyser เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดควบคุมมอเตอร์

## 11. ดำเนินการจดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก

ในช่วงทดสอบการใช้งานประมาณ 6 เดือน ได้ดำเนินการจดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก และยังคงอยู่ในช่วงระหว่างการดำเนินการจดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก คุณลักษณะของรถตุ๊กตุ๊ก

ไฟฟ้าต้นแบบ ความเร็วสูงสุด 65 กม./ชม. ระยะทางไกลสุด 120 กม. ระยะเวลาในการชาร์จ 6-8 ชั่วโมง รถตุ๊กตุ๊กสามารถทำงานตามการออกแบบที่ได้ออกแบบไว้

## สรุป

ผลการทดสอบรถตุ๊กตุ๊กดัดแปลงไฟฟ้าจากการใช้งานจริง สามารถใช้งานได้ดี ประหยัดค่าใช้จ่ายเพียงพลังงานไฟฟ้า 0.1 หน่วย/กม. หากค่าไฟฟ้า 3.5 บาท/หน่วย ค่าพลังงานเพียง 0.35 บาท/กม. แต่การดัดแปลงรถตุ๊กตุ๊กจำเป็นต้องตรวจสอบสภาพรถ เดิมก่อนพิจารณาการดัดแปลงเป็นรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ มาก หากสภาพรถตุ๊กตุ๊กเดิมไม่สมบูรณ์จะทำให้ต้องเปลี่ยนชิ้นส่วน จำนวนมาก ทำให้ต้องเสียงบประมาณในการดัดแปลงมาก ต้นทุน งบประมาณในการดัดแปลงจากรถตุ๊กตุ๊กเป็นรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าอยู่ที่ ประมาณ 350,000 บาท เป็นงบประมาณค่อนข้างสูงเนื่องจาก

เปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่เกือบทั้งหมด ต้นทุนหลักของรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า ดัดแปลงต้นแบบอยู่ที่แบตเตอรี่และชุดควบคุม ซึ่งมีมูลค่ากว่าสอง แสนบาท ส่วนประกอบอื่นๆและค่าแรงงานรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ที่ 150,000 บาท หากประกอบเป็นอุตสาหกรรมต้นทุนจะ สามารถลดลงได้มากกว่านี้ รถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าของสมาคมยานยนต์ ไฟฟ้าไทย ยังพร้อมนำไปแสดงสาธิตให้กับผู้ที่สนใจในการศึกษา และสร้างรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า โดยสามารถติดต่อมาที่สมาคมยานยนต์ ไฟฟ้าไทย



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงด้วยผู้สนับสนุนหลักจากหลาย หน่วยงานดังต่อไปนี้ บริษัท Leobon New Energy จำกัด, บริษัท นิปปอนเพนต์ ประเทศไทย จำกัด, บริษัท-Expique Co.LTD จำกัด, บริษัท ยามาฮ่า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด, คุณบรรจง เขียว

ธานี, อู๋ ช.ชนะการช่าง (ebikr.com), ห้างหุ้นส่วนจำกัด ตุ๊กตุ๊ก 1999, และผู้สนับสนุนอุปกรณ์เสริมต่างๆได้แก่ บริษัท RMA จำกัด, บริษัท Murata จำกัด, บริษัท Thai Rokuha จำกัด, และ บริษัท Schneider ประเทศไทย จำกัด

แหล่งที่มา :

[https://www.dlt.go.th/th/announce/view.php?\\_did=1620](https://www.dlt.go.th/th/announce/view.php?_did=1620)