ระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Trainz Simulator 2012

Electric Train simulation system using Trainz Simulator 2012

พิพัฒน์พงศ์ วัฒนวันยู[1*] วัชระ ลอยสมุทร[1] อาภากร วัฒนะ[2] ญาณวุฒิ สุพิชชาญางกูร[3] และปริญญา บุญมาเลิศ[1]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีระบบราง วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

[3]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

pipatpong@rsu.ac.th[1*]

บทคัดย่อ

การจำลองการขับรถไฟฟ้านี้เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลด้านการฝึกหัดและการวัดทักษะของพนักงานขับรถไฟฟ้า งานวิจัยนี้จึงออกแบบและพัฒนาเครื่องจำลองการขับรถไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำเพื่อการฝึกสอน จากมาตรฐานด้สนความปลอดภัยการใช้เครื่องจำลองการฝึกขับรถไฟฟ้านั้นจะช่วยลดเวลาในการฝึกอบรมได้ สำหรับเครื่องจำลองการขับรถไฟฟ้านี้จะประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ Workstation เพื่อใช้ในการประมวลภาพที่มีความละเอียดสูง (CGI) และมีการใช้อุปกรณ์การบังคับจากเครื่องเล่นเกมส์และมีการดัดแปลงเพื่อให้ใช้ค่าระบบควบคุมแบบป้อนกลับได้ โดยที่เส้นทางรถไฟฟ้าที่ออกแบบไว้สำหรับการขับเริ่มจากสถานีหลักหกถึงสถานีมหาวิทยาลัยรังสิต

คำสำคัญ: ระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้า Electric Train Simulation System การคำนวณมุมเอียงเพื่อยกระดับโค้ง

Abstract

Electric Train simulation has become one of the most effective methods for training and qualifying driver of trains. This research was to design and develop a low-cost electric train simulator for training. From the safety standard will use the simulator for reducing training time. This simulator including Workstation Computer for rendering with high resolution computer-generated imagery (CGI) graphics and using gaming equipment and modified for feedback control. This route was designed from Lak Hok Station to Rangsit University for driving electric train

Keywords: Electric Train simulation computer-generated imagery (CGI)

TRAS 2018

THE 5th THAILAND RAIL ACADEMIC SYMPOSIUM

การประชุมวิชาการด้านระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย ครั้งที่ 5

ระหว่างวันที่ 29-30 พฤศจิกายน 2561

ณ โรงแรมบางแสนเฮอริเทจ ชลบุรี

Rail Logistics for Eastern Economic Corridor : Technology & Innovation

โลจิสติกส์ทางรางในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก : เทคโนโลยีและนวัตกรรม

ระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Trainz Simulator 2012

Electric Train Simulation System using Trainz Simulator 2012

พิพัฒน์พงศ์ วัฒนวันยู[1*] วัชระ ลอยสมุทร[2] อาภากร วัฒนะ[2] ญาณวุฒิ สุพิชชาญางกูร[2] และปริญญา บุญมาเลิศ[3]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีระบบราง วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

[3]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

pipatpong@rsu.ac.th[1*]

บทคัดย่อ

การจำลองการขับรถไฟฟ้านี้เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลด้านการฝึกหัดและการวัดทักษะของพนักงานขับรถไฟฟ้า งานวิจัยนี้จึงออกแบบและพัฒนาเครื่องจำลองการขับรถไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำเพื่อการฝึกสอน จากมาตรฐานด้สนความปลอดภัยการใช้เครื่องจำลองการฝึกขับรถไฟฟ้านั้นจะช่วยลดเวลาในการฝึกอบรมได้ สำหรับเครื่องจำลองการขับรถไฟฟ้านี้จะประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ Workstation เพื่อใช้ในการประมวลภาพที่มีความละเอียดสูง (CGI) และมีการใช้อุปกรณ์การบังคับจากเครื่องเล่นเกมส์และมีการดัดแปลงเพื่อให้ใช้ค่าระบบควบคุมแบบป้อนกลับได้ โดยที่เส้นทางรถไฟฟ้าที่ออกแบบไว้สำหรับการขับเริ่มจากสถานีหลักหกถึงสถานีมหาวิทยาลัยรังสิต

คำสำคัญ: ระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้า Electric Train Simulation System การคำนวณมุมเอียงเพื่อยกระดับโค้ง

Abstract

Electric Train simulation has become one of the most effective methods for training and qualifying driver of trains. This research was to design and develop a low-cost electric train simulator for training. From the safety standard will use the simulator for reducing training time. This simulator including Workstation Computer for rendering with high resolution computer-generated imagery (CGI) graphics and using gaming equipment and modified for feedback control. This route was designed from Lak Hok Station to Rangsit University for driving electric train

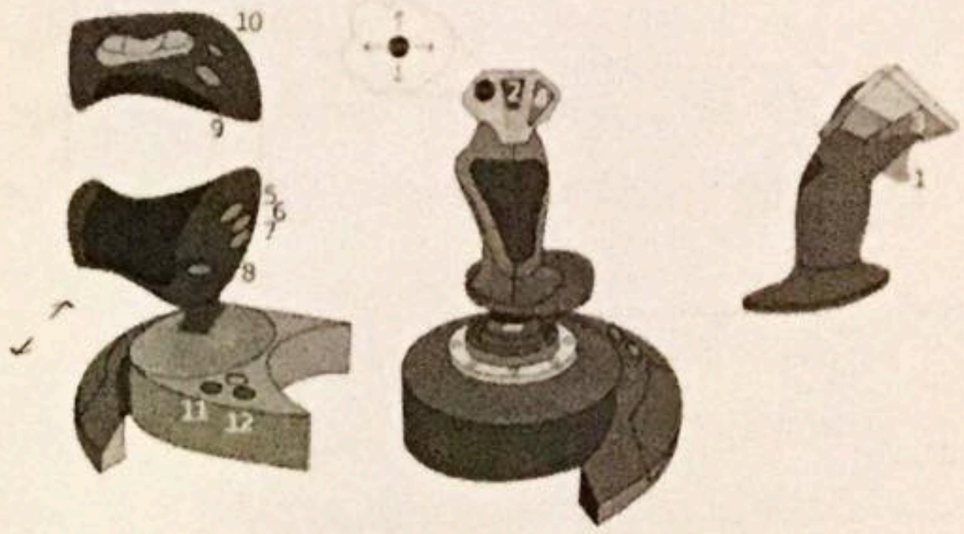
1. ที่มาของโครงการ

ปัจจุบันรถไฟฟ้าถือเป็นการคมนาคมที่มีความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัยสำหรับการเดินทางภายในเมืองหลวงและปริมณฑล ไม่ว่าจะเป็นรถไฟฟ้า BTS MRT รวมถึง Airport Railink ก็ได้รับความนิยมในการใช้บริการกันมากขึ้น และการฝึกสอนพนักงานขับรถไฟฟ้านั้นจะมีการอบรมหน้างานและฝึกขับรถไฟฟ้าจริงจากพนักงานขับรถไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ต่อมาบริษัทรถไฟฟ้าต่างๆได้ จัดซื้อระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าจากต่างประเทศเพื่อมาใช้ฝึกสอนพนักงานขับรถไฟฟ้าภายใต้สภาวะเงื่อนไขต่างๆตามการจำลอง เพื่อฝึกประสบการณ์และการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า จนกระทั่งพนักงานขับรถไฟฟ้ามีความชำนาญแล้วถึงจะดำเนินการมาสู่การขับรถไฟฟ้าจริงจากหน้างาน ซึ่งการฝึกด้วยระบบการจำลองขับเคลื่อนดังกล่าวจะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อย่างมาก และในด้านการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย ที่มหาวิทยาลัยรังสิตมีหลักสูตรการสอนระดับปริญญาตรี สาขา

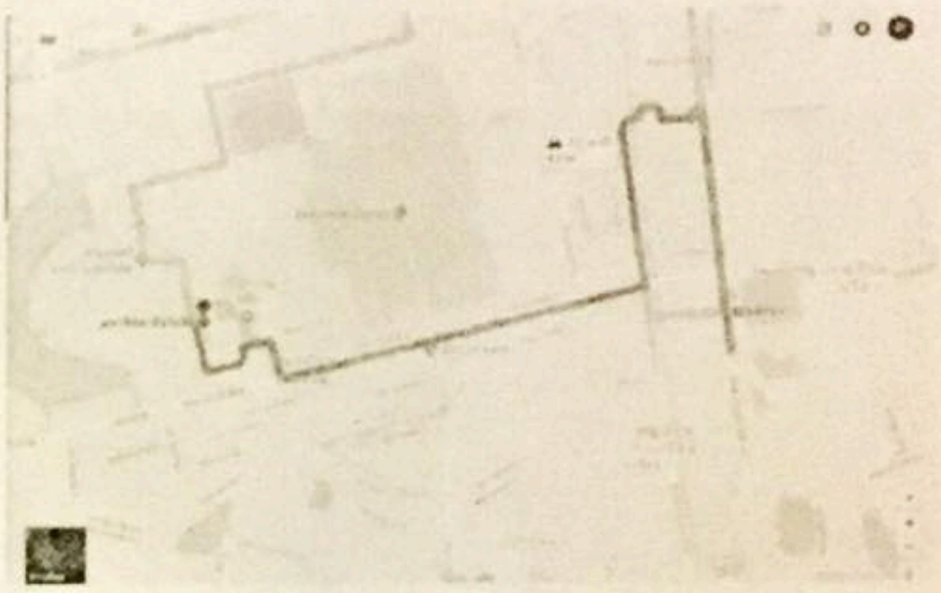
เทคโนโลยีระบบราง และมีรายวิชาระบบการขับเคลื่อนและควบคุมการเดินรถ เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจการขับรถไฟฟ้าภายใต้สภาวะเงื่อนไขต่างๆตามการจำลอง ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Trainz Simulator 2012 และทำการออกแบบส่วนต่อขยายรถไฟฟ้าสายสีแดงช่วงสถานีหลักหกมาสู่สถานีปลายทางมหาวิทยาลัยรังสิต โดยใช้แผนที่และระยะทางรวมถึงทรรศนียภาพข้างทางประกอบลงในฐานข้อมูลของโปรแกรมที่สร้างขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าต้นทุนต่ำ สามารถแสดงค่าที่สำคัญในการควบคุมรถไฟฟ้ารวมถึงความเร็วและระบบควบคุมอัตโนมัติจากศูนย์ควบคุมการเดินรถกลาง และใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกด้วย

2. การพัฒนาระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้า

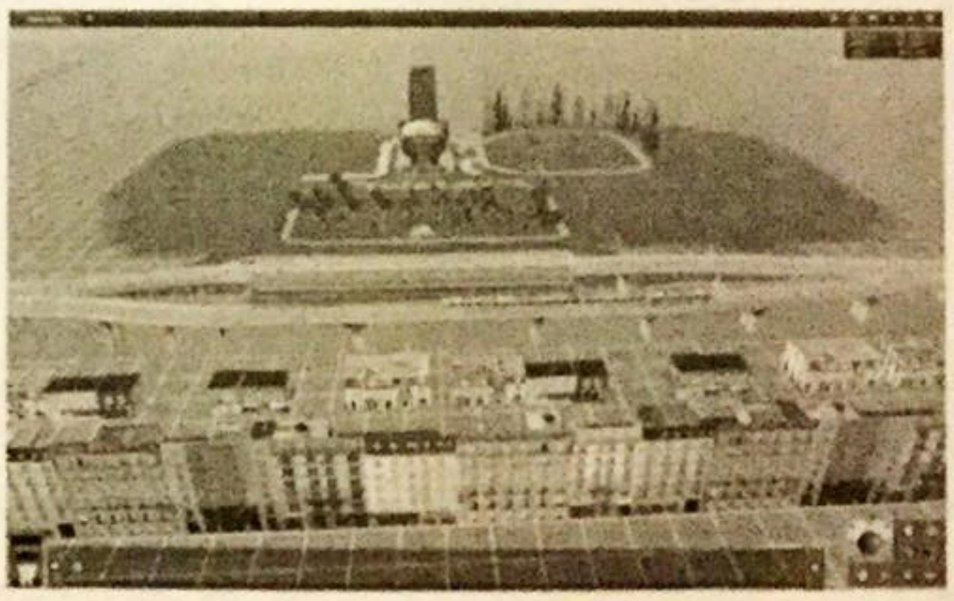
ในการพัฒนาระบบได้ใช้โปรแกรมออกแบบระบบรางและการจำลองการขับเคลื่อนด้วยโปรแกรม Trainz Simulator 2012 เนื่องจากมีฟังก์ชั่นต่างๆที่ใช้ในรถไฟฟ้าจริงให้เลือกมากมาย และมีความสมจริงในด้านกราฟฟิครถไฟฟ้า มีความละเอียดในการแสดงผลสู่หน้าจอที่สูง หรือที่นิยมเรียกกันว่า high resolution computer-generated imagery (CGI) และทรรศนียภาพแวดล้อมระหว่างเส้นทางการเดินสามารถเพิ่มเติมอาคาร ถนน และพื้นที่รอบสถานีรถไฟฟ้าได้ง่าย การขึ้นรูปทรงขบวนรถไฟฟ้า (car) และระบบล้อเลื่อน (rolling stock) นั้นก็ทำได้โดยสะดวก สามารถนำข้อมูลจากการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Design: CAD) ในชิ้นส่วนต่างๆเข้ามาประกอบและสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้คำสั่งที่มีในโปรแกรม สามารถนำเข้าข้อมูลจากคีย์บอร์ด เม้าส์ จอยสติค ผ่านช่อง usb ของเครื่องคอมพิวเตอร์มาสู่โปรแกรมได้โดยง่าย การออกแบบชุดวงจรเพื่อรับสัญญาณในการควบคุมระบบการขับเคลื่อนจะใช้ไฟเลี้ยงจาก usb ที่แรงดัน 5 V Dc. พร้อมใช้สวิตซ์เร่ง trustmaster ซึ่งนิยมใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของวัตถุในโปรแกรมเกมส์ประเภท 3D จึงทำให้มีความเสมือนจริงในด้านการควบคุมการเดินรถไฟฟ้า และในการออกแบบเส้นทางรถไฟฟ้านั้นมีใช้พิกัดภาพถ่ายทางดาวเทียม จากสถานีหลักหกมายังมหาวิทยาลัยรังสิต



รูปที่ 1 สวิตซ์เร่ง trustmaster



รูปที่ 2 พิกัดภาพถ่ายทางดาวเทียมจากสถานีหลักหกถึงมหาวิทยาลัยรังสิต

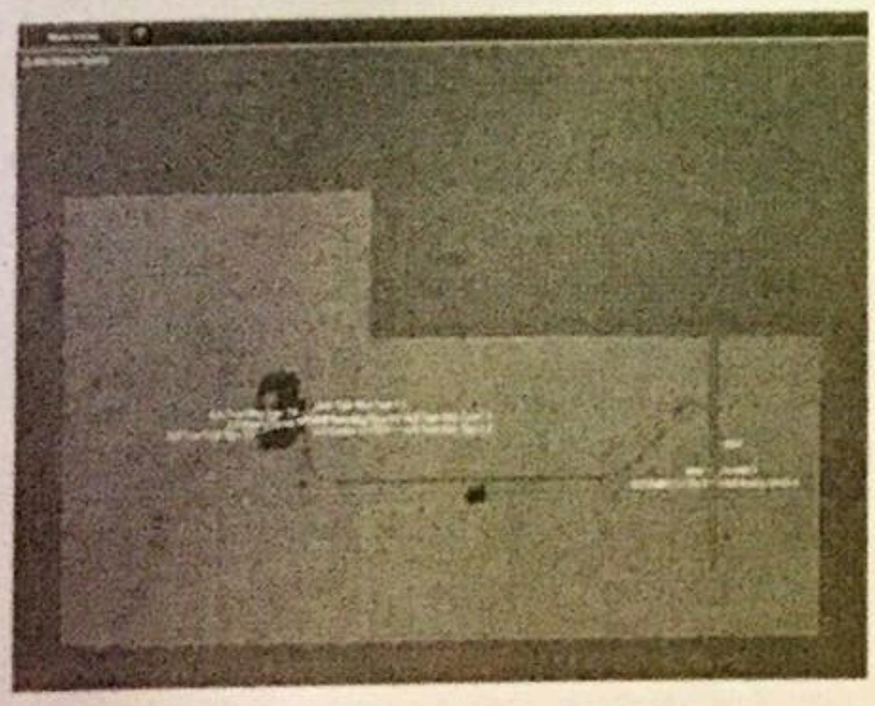


รูปที่ 3 โปรแกรมจำลองการขับรถไฟฟ้าเมื่อผ่านสถานีมหาวิทยาลัยรังสิต

จากข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียม จากสถานีหลักหกถึงมหาวิทยาลัยรังสิต จะใช้ระยะทาง 4.2 กิโลเมตร ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมขับรถไฟฟ้า จะต้องออกแบบเส้นทางตามการสำรวจโดยใช้พื้นที่เกาะกลางของถนนมุ่งหน้าเข้าสู่มหาวิทยาลัยรังสิต โดยสถานีปลายทางจะออกแบบให้มี 2 ราง รถไฟ เพื่อความสะดวกในการเดินรถและไม่ต้องรอการหลีกทางของรถไฟฟ้า

3. ผลการทดสอบโปรแกรม

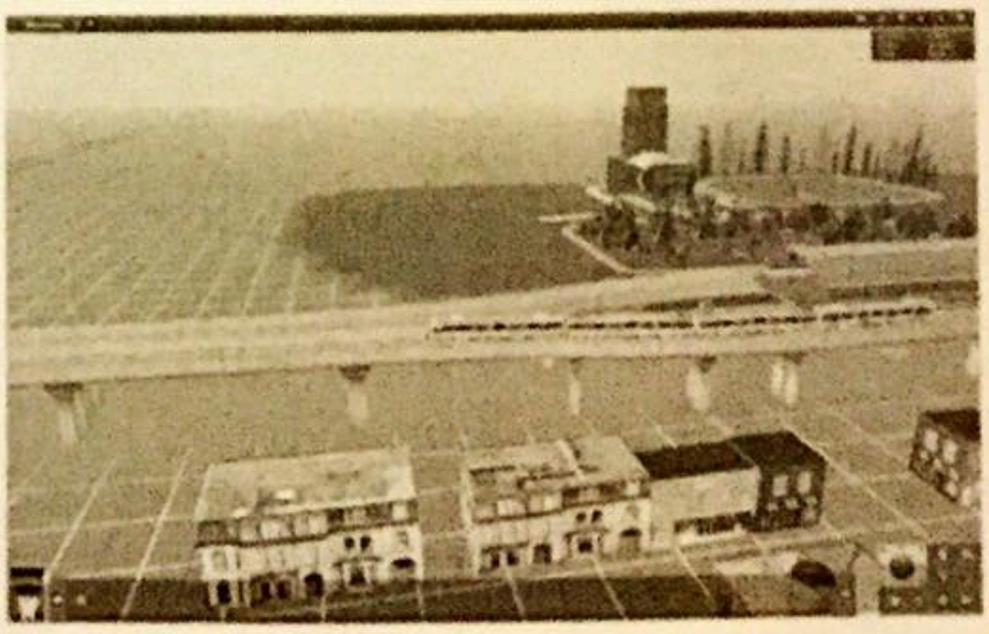
ในการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวขั้นตอนแรกจะต้องมีการสำรวจพื้นที่และระยทางในการวางเส้นทางการเดินรถไฟฟ้าจากสถานีหลักหกมายังสถานีมหาวิทยาลัยรังสิต จากการสำรวจพบว่าบริเวณสถานีหลักหกซึ่งใช้เป็นสถานีต้นทาง ควรจะออกแบบให้มีพื้นที่รองรับการกลับขบวนรถไฟฟ้าจึงออกแบบเป็นลักษณะโค้งครึ่งวงกลมเพื่อง่ายต่อการกลับขบวนรถไฟฟ้าและใช้พื้นที่เกาะกลางของถนนเพื่อเป็นเส้นทางการเดินรถมาถึงหน้ามหาวิทยาลัยรังสิตซึ่งเป็นสถานีปลายทางก็ใช้การออกแบบเส้นทางกลับรถไฟฟ้าเป็นลักษณะโค้งครึ่งวงกลมเช่นกันดังแผนที่การเดินรถไฟฟ้ารูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนที่การเดินรถไฟฟ้า

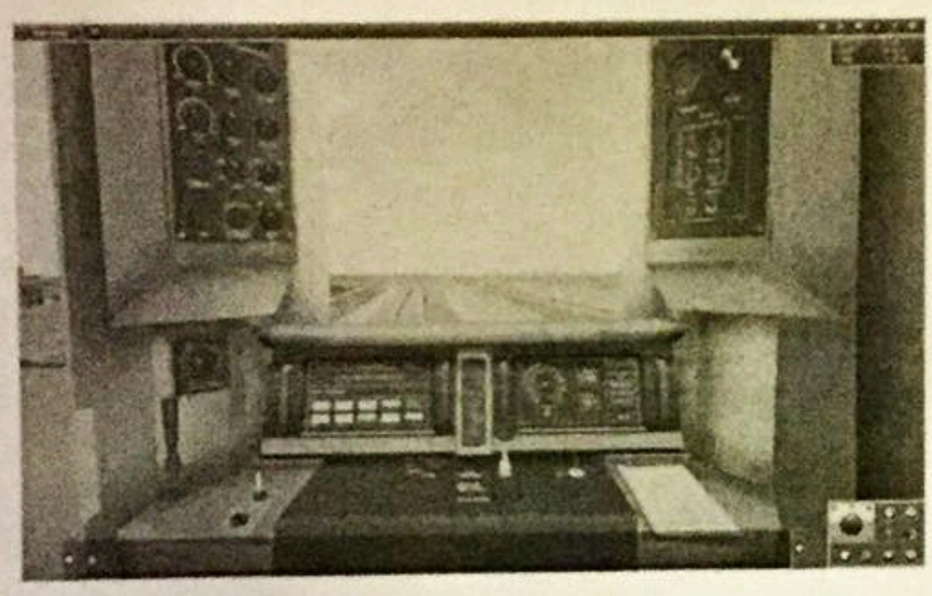
โดยในส่วนของสถานีต้นทาง (หลักหก) จะทำการออกแบบเส้นทางรถไฟให้ลอดใต้สะพานเอกทักษิณและเชื่อมเข้าสู่ชานชาลาของสถานีหลักหกดังรูปที่ 5 และเมื่อถึงสถานีปลายทาง (มหาวิทยาลัยรังสิต) จะออกแบบ 2 ชานชาลา เพื่อง่ายต่อการเดินทางของผู้โดยสาร ดังรูปที่ 6 สำหรับการออกแบบชุดวงจรเพื่อรับสัญญาณในการควบคุมระบบการขับเคลื่อนจะใช้ไฟเลี้ยงจาก usb ที่แรงดัน 5 V Dc. และทำการวัดตำแหน่งการเร่งโดยกดปุ่มสวิตช์คันเร่งพร้อมกับโยกไปข้างหน้าเพื่อการเดินหน้าของรถไฟฟ้า โดยพบว่าเมื่อตำแหน่งคันเร่งระดับต่ำสุด พบว่าแรงดันไฟฟ้าถูกส่งมา 3.2 V Dc. ดังรูปที่ 7 และค่าแรงดันจะปรับขึ้นอย่างเชิงเส้นจนกระทั่งขึ้นสูงสุดที่ 5 V Dc. เมื่อตำแหน่งเร่งสุด โดยนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ ส่งเข้าตัวรับสัญญาณเพื่อควบคุมสวิตช์เร่งในโปรแกรมจำลองการขับเคลื่อนดังรูปที่ 8 โดยค่าแรงดันไฟฟ้านี้จะถูกนำไปใช้กับการกำหนดค่าความเร็วสูงสุด

รูปที่ 5 การออกแบบเส้นทางรถไฟลอดใต้สะพานเอกทักษิณ



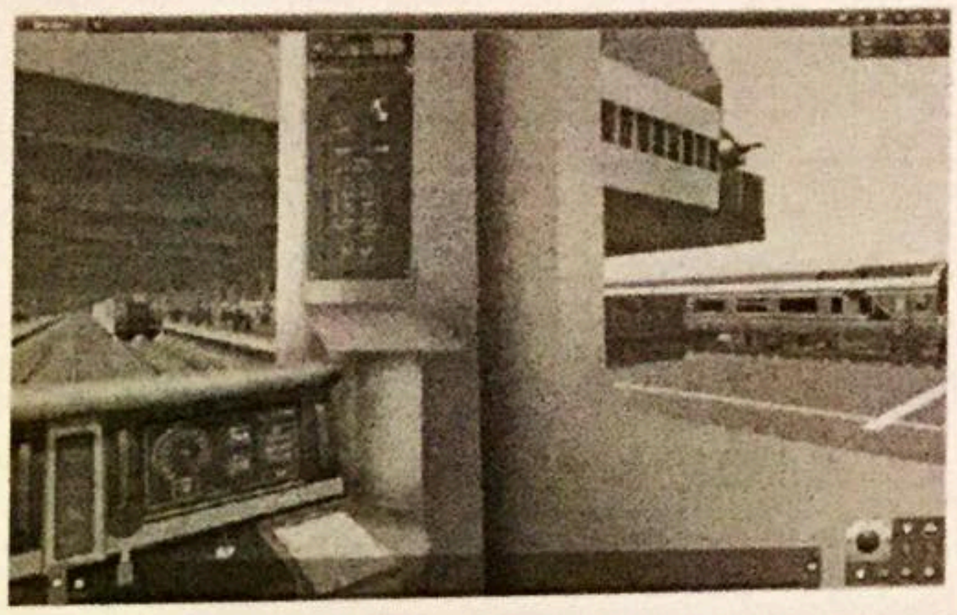
รูปที่ 6 การออกแบบเส้นทางรถไฟ 2 ชานชาลา

รูปที่ 7 แรงดันไฟฟ้าถูกส่งมา 3.2 V Dc. ณ. ตำแหน่งคันเร่งระดับต่ำสุด



รูปที่ 8 ค่าแรงดันไฟฟ้าถูกใช้ร่วมกับตำแหน่งสวิตช์เร่งของรถไฟฟ้าในโปรแกรม

ความเร็วเข้าโค้ง การลดความเร็วในการเข้าสู่ชานชาลาสำหรับการรับส่งผู้โดยสาร ซึ่งตัวโปรแกรมจะถูกเขียนจากแบบภายในห้องควบคุมของหัวรถไฟฟ้าที่ใช้งาน พร้อมกับปุ่มควบคุมการเดินรถแบบอัตโนมัติจากศูนย์ควบคุมการเดินรถไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยในการเดินรถ ภายใต้สถานการณ์ที่ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งการออกแบบภายในนี้ สามารถแสดงแรงดันลมสำหรับการเบรค ความเร็วที่ใช้ในการเดินรถเฉลี่ย ความเร็วรถไฟฟ้าสูงสุดซึ่งถ้าหากพนักงานขับเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ การแสดงผลจะขึ้นเป็นตัวเลขสีแดงกระพริบถี่และจะส่งเสียงดังมาเตือนพนักงานขับเพื่อรถความเร็ว ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แบบภายในห้องควบคุมของรถไฟฟ้าที่ใช้งาน

การคำนวณมุมเอียงเพื่อยกระดับโค้ง (Cant Deficiency) [1] ในการออกแบบโค้งเพื่อรองรับรถไฟที่วิ่งด้วยความเร็วสูงโดยไม่มีการพลิกคว่ำ ดังรูปที่ 10 จะต้องอาศัยสมการ

$V_{balance} = \sqrt{rg \tan \alpha}$ โดยกำหนดระยะยก 1องศา ทุกๆ ความยาวคอร์ด 100 ฟุต ซึ่งใช้ราง Standard Guage มีขนาด 1.435 m. โดยที่มีค่า super elevation อยู่ที่ 152. 4 mm. และรัศมีโค้งมีค่า 1746.4 m.จะสามารถคำนวณความเร็วเข้าโค้งได้

$$V_{balance} = \sqrt{rg \tan \alpha} \quad (1)$$

$V_{balance}$=

$$\sqrt{1746.4 * 9.81 * \tan(\arcsin(152.4/1435))}$$

= 42.77 m/s

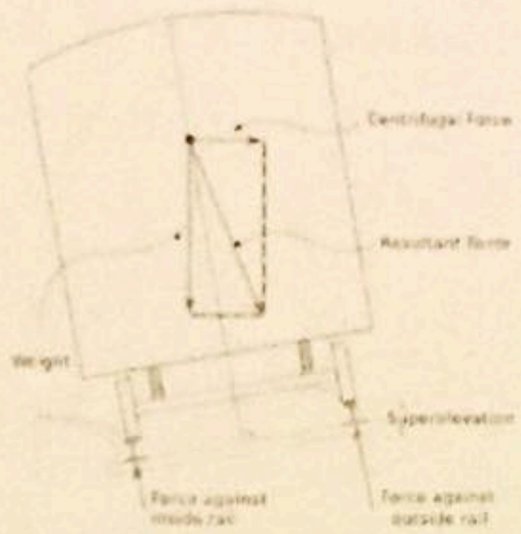
= 154 km/h

และเมื่อใช้ค่าความเร็วเข้าโค้งที่ออกแบบสูงสุดที่ 55.88 m/s (201 km/h) คำนวณมุมเอียงเพื่อยกระดับโค้ง (Cant Deficiency) ดังสมการ

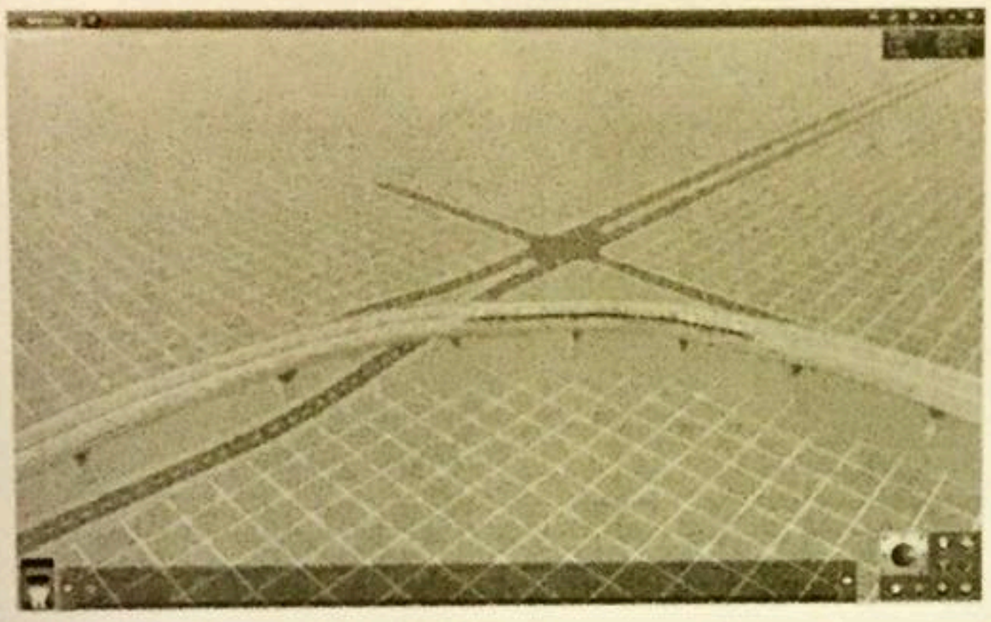
$$(\text{Cant Deficiency}) = \frac{gauge_{sc}}{\left(1 + \frac{R^2 g^2}{V_{sc}^4}\right)^{\frac{1}{2}}} - super_el \quad (2)$$

= 104.9 mm.

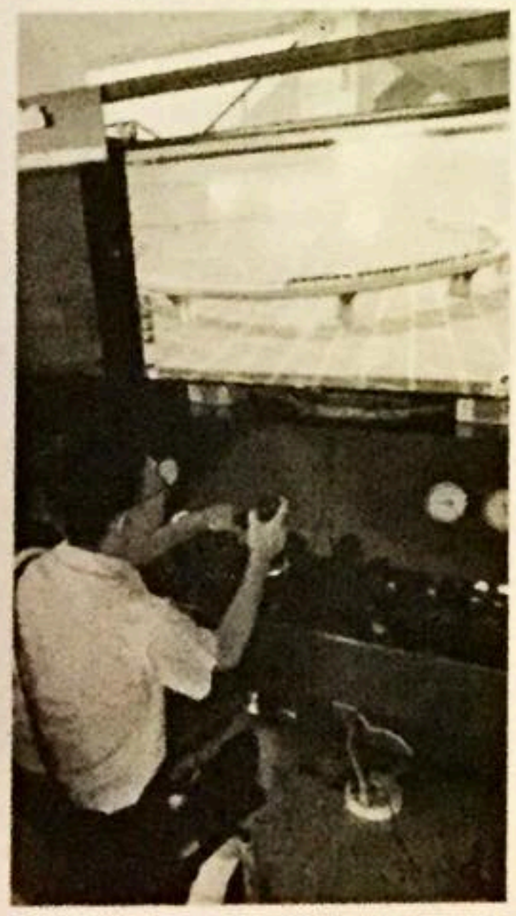
จากข้อมูลดังกล่าวจึงสามารถออกแบบมุมเอียงยกระดับโค้งที่เหมาะสมกับรถไฟฟ้า[2],[3] เพื่อนำมาเขียนในโปรแกรมจำลองการขับรถไฟฟ้า ดังรูปที่ 11



รูปที่ 10 แรงที่กระทำเมื่อรถไฟฟ้าเข้าโค้ง [1]



รูปที่ 11 การออกแบบมุมเอียงเพื่อยกระดับโค้ง (Cant Deficiency)



รูปที่ 12 การทดสอบการควบคุมและอัตราการตอบสนอง

จากการพัฒนาระบบการจำลองการขับเคลื่อนรถไฟฟ้านี้ พบว่า การควบคุมและอัตราการตอบสนองอยู่ที่ 1 วินาที ซึ่งค่าที่ได้อาจจะเพียงพอในการสอนการขับรถไฟฟ้าเพื่อให้รู้ถึงหลักการทำงานเบื้องต้น ดังรูปที่ 12 แต่ถ้าต้องการความละเอียดของการตอบสนองที่ต่ำกว่า 1 วินาที จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมสวิตช์เร่งความเร็วที่ใช้ในรถไฟฟ้ามาต่อวงจรเพื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่โปรแกรมจำลองการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า

4. สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบโปรแกรมจำลองการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าสามารถขับรถไฟฟ้าได้ดี โดยใช้สัญญาณที่ได้จากสวิตช์เร่งมาควบคุมผ่านโปรแกรม และมีค่าแรงดันอยู่ที่ 3.2-5 V.DC โดยที่มีการอัตราการตอบสนองอยู่ที่ 1 วินาที และสามารถใช้ความเร็วในการเดินรถที่ปลอดภัยอยู่ที่ 65 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หากใช้ความเร็วเกินกว่านี้โปรแกรมจะส่งสัญญาณเตือน ให้พนักงานขับรถไฟฟ้าลดความเร็วลงเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ และจากการที่เส้นทางมีระยะทางเพียง 4.2 กิโลเมตร จึงไม่สามารถใช้ความเร็วสูงสุดตามที่ออกแบบไว้ได้ เนื่องจากไม่มีระยะทางตรงที่เพียงพอต่อการเร่งความเร็ว

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่สนันสนุนทุนวิจัยในการพัฒนาระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Cant deficiency. [Online] Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Cant_deficiency (5 November 2018).

[2] V.B. Sood, 2009 “Note on Curves for Railways”, India Railways Institute of Civil Engineering. Pune, India.

[3] D. C. Gill and A. Grostate, 2012. “A simulation tool to support signaling and train control design for high-capacity railways”, WIT

การประชุมวิชาการด้านระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย ครั้งที่ 5 (TRAS2018)
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

พิพัฒน์พงศ์ วัฒนวันยู, วัชระ ลอยสมุทร, อาภากร วัฒนะ, ญาณวุฒิ สุพิชญางกูร และปริญญา บุญมาเลิศ

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย

เรื่อง ระบบการจำลองขับเคลื่อนรถไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Trainz Simulator 2012

ในการประชุมวิชาการด้านระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย ครั้งที่ 5
ระหว่างวันที่ 29-30 พฤศจิกายน 2561
ณ โรงแรมบางแสนเฮอริเทจ ชลบุรี

(ดร. กิติพงค์ พร้อมวงค์)
เลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวกร อ่างทอง)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี