

การสร้างแบบจำลองใหม่ของล้อรถยนต์

The New Design of an Intelligent Wheel

ภาณุวัฒน์ สิ้นสมุทร¹ ทวีวัชร วีระเกล้า²

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ถ.รังสิต-นครนายก อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120

โทร 0-37322625-40 โทรสาร 0- 37322-616 E-mail: sinsamot@hotmail.com¹, tawiwat@yahoo.com²

Panuwat Sinsamot¹ Tawiwat Veeraklaew²

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University

Rungsit- Nakhon Nayok Road, Ongkharak District, Nakhon Nayok 26120, Thailand.

Tel: 0-37322625-40 Fax: 0- 37322-616 E-mail: sinsamot@hotmail.com¹, tawiwat@yahoo.com²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำกลไกด้านเครื่องจักรกลเข้ามาแทนที่ยางของรถยนต์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งกลไกที่ออกแบบนี้มีระบบการทำงานคล้ายคลึงกับยางทั่วไปได้ โดยสามารถทำงานสอดคล้องกับการทำงานจริงของยางรถยนต์ และเป็นการสร้างแนวคิดใหม่ในการพัฒนายางรถยนต์ให้มีแนวคิดใหม่ในการพัฒนาต่อไป และการออกแบบกลไกนี้ก็จะยังสามารถนำไปใช้ประยุกต์ในงานเครื่องจักรกลต่าง ๆ ในภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการระบบส่งถ่ายกำลัง ระบบควบคุมหรือสั่งการเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ต้องประหยัดพื้นที่ที่จะติดตั้งชิ้นส่วนเครื่องจักรกลได้

คำสำคัญ (Keywords) ล้อแบบใหม่ / ระบบรองรับน้ำหนัก

Abstract

In concept of this research for solve there problem by replaces the rim and rubber of tire to structural mechanism which the system is similarity with the tire. For new concept has make the new idea for tire development and the new mechanism are able apply to the any machine in the industrial.

Keywords: Intelligent Wheel / Suspension

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ยางรถยนต์ได้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการคมนาคมขนส่งซึ่งแต่ละบริษัทได้มีการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานให้ได้อย่างแพร่หลายให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยที่ยางรถยนต์โดยทั่วไปนั้นจะเป็นยางที่มีความดันลมยางอยู่ภายในเพื่อรองรับแรงกระทำจากพื้นถนนซึ่งจะให้ความนุ่มนวลเมื่อขับขึ้นค่อนข้างดีและหากเมื่อมีการรวมเข้า

กับระบบรองรับน้ำหนักของตัวรถแล้วยังช่วยทำให้เกิดความนุ่มนวลในขณะที่มีการขับเคลื่อนขึ้นซึ่งการพัฒนาระบบรองรับน้ำหนักในปัจจุบันนี้ได้ก้าวหน้าไปมากแต่ยางรถยนต์ยังคงเป็นยางลมเหมือนเดิมซึ่งในการพัฒนายางนั้นก็จะทำได้แค่เพียงวัสดุที่ทำยางและ/หรือ ลวดลายของดอกยางเท่านั้น ซึ่งหากมองย้อนในอดีตที่ผ่านมาอุบัติเหตุทางรถยนต์ที่เกิดจากยางรถยนต์ระเบิดมีให้พบอยู่มากซึ่งเป็นปัญหาหลัก ๆ ที่ผู้คิดและพัฒนายางรถยนต์พยายามหาทางแก้ปัญหาอยู่และปัญหาของยางรถยนต์ที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการขับเคลื่อนยังมีอยู่หลายประการ เช่น ขนาดของล้อ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เมื่อล้อยิ่งมีขนาดโตเกินความต้องการพื้นที่ที่ยางจะสัมผัสกับพื้นถนนมีน้อยและรอบการหมุนของล้อไม่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ หรือไม่ว่าจะเป็นเรื่องความดันลมยางหากลมยางมีแรงดันลมที่น้อยเกินไปจะทำให้ผิวหน้าสัมผัสของล้อกับพื้นถนน มีมากส่งผลต่อการขับเคลื่อนอย่างมากเพราะมีความฝืดที่เกิดขึ้นมากตามหน้าสัมผัสของยางทำให้แรงขับเคลื่อนที่จะมาขับเคลื่อนการหมุนของล้อมีค่าสูงทำให้มีอัตราหมุนสูง ปัญหาถัดมาของยางลมคือความร้อนของยางเมื่อมีการใช้งานนาน ๆ ในสภาวะที่อุณหภูมิของพื้นทางวิ่งมีอุณหภูมิสูงจะทำให้อากาศที่อัดภายในยางมีแรงดันสูงขึ้น ประกอบกับน้ำหนักที่กดลงบนผิวหน้าของยางทำให้อากาศภายในยางมีแรงดันที่สูงขึ้นซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้เมื่อขับเคลื่อนด้วยความเร็วที่สูงขึ้นซึ่งปัญหาคืออย่างหนึ่งของยางรถยนต์คือการขับเคลื่อนในสภาวะการทำงานที่ระยะกันดาร จากที่ผ่านมามองเห็นได้ว่ารถที่จะเข้าถึงพื้นที่ที่เป็นสภาพระยะกันดารได้ นั้นยางต้องมีขนาดใหญ่ เพื่อสามารถขับเคลื่อนสิ่งกีดขวางสูงได้ ซึ่งจะไม่สามารถมีรถที่มีขนาดเล็กเข้าไปได้ จากปัญหาเบื้องต้นที่ผ่านมามองเห็นได้ว่าการสร้างแนวคิดใหม่ที่จะออกแบบล้อรถยนต์ชนิดใหม่ที่มีสมรรถนะคล้ายคลึงกับยางรถยนต์แต่สามารถ เพิ่ม / ลดขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อรถยนต์เพื่อเพิ่มสมรรถนะการเข้าถึงพื้นที่และการ

ทำงานของล้อรถยนต์ ซึ่งล้อรถยนต์นั้นโดยปกติจะมีจำนวนองศาอิสระเพียง 1 เท่านั้น แต่ไม่สามารถควบคุมการเพิ่มหรือลดขนาดให้เป็นไปตามที่ต้องการได้

ในโครงงานวิจัยนี้จะนำระบบกลไกที่สามารถควบคุมได้เข้ามาควบคุมการทำงาน โดยการควบคุมจะใช้ กระจบอกเฟืองไฟฟ้าเข้ามาควบคุมกลไกการทำงานของระบบกลไกโดยอาศัยพลังงานจากภายนอกเข้ามาช่วยในการทำงาน และในส่วนของขากลไกจะถูกออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบเลื่อน (Prismatic) และในส่วนของกลไกเปลี่ยนโค้งตามรูปทรงของวงกลมของยางจะใช้แผ่นวัสดุชนิดพิเศษมาออกแบบให้มีการเปลี่ยนรูปตามความโค้งโดยการทำงานของกลไก

2. สมการควบคุม

2.1 สมการการเคลื่อนที่ของนิวตัน

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลนั้นจะใช้สมการการเคลื่อนที่ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตันซึ่งมีสมการที่มีความสำคัญในการออกแบบดังนี้

สมการที่ใช้การออกแบบมีสมการการของออยเลอร์ ลากรางจ์ [3] ใช้สร้างสมการการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งสมการดังกล่าวจะใช้ วิธีการบอกตำแหน่งโดยสมการของ ลากรางจ์ (Lagrange's Equation)

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial T}{\partial q} + \frac{\partial V}{\partial q} = \{Q_{nc}\}^T \quad (1)$$

สมการพลังงาน [3] ใช้สร้างความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างกลไกการทำงานของล้อ รถยนต์ที่ออกแบบใหม่

$$T = \frac{1}{2} m \{v_G\}^T \{v_G\} + \frac{1}{2} \{\omega\}^T I_G \{\omega\} \quad (2)$$

$$V = mgh_g \quad (3)$$

2.2 สมการการเปลี่ยนรูปแบบไม่เชิงเส้นของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่

เนื่องจากในระบบที่ออกแบบใหม่นี้มีการเคลื่อนที่ของแผ่นรูปครึ่งวงกลมที่ใช้แทนล้อรถยนต์ดังนั้นแผ่นดังกล่าวจำเป็นต้องทำให้การโค้งงอและสามารถกลับคืนรูปได้โดยที่การเปลี่ยนรูปดังกล่าวจะใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\frac{1}{\rho_z} = -\frac{d\theta_y}{ds} \quad (4)$$

2.3 สมการการเปลี่ยนรูปของล้อรถยนต์เมื่อมีการหมุน

สมการที่ใช้อธิบายการทำงานนี้เป็นสมการเพื่อจำลองลักษณะของยางเมื่อมีการเคลื่อนที่ (Pacejka Similarly Method) [5] ซึ่งใช้อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของล้อและแรงกระทำในแนวดิ่ง

สมการความสัมพันธ์ของรัศมีของล้อกับมุมการเคลื่อนที่ [5]

$$\Delta r(\alpha) = \sum_{i=1}^3 a_i \cdot (\sin i \cdot \alpha + \alpha_i) + \sum_{i=1}^2 a_{i.ribs} \cdot (\sin i \cdot n_{ribs} \cdot \alpha + \alpha_{i.ribs}) \quad (5)$$

สมการของแรงเนื่องจากการขึ้นลงของสปริงในยาง [5]

$$Fc = c_1 \cdot (r_o + \Delta r(\alpha) - r)^{c_2} \quad (6)$$

สมการของแรงเนื่องจากการขึ้นลงของอัตราหน่วงในยาง [5]

$$Fd = d(v) \cdot (r + \Delta r) \quad (7)$$

3. ลักษณะของปัญหา

3.1 สมมุติฐานในการออกแบบ

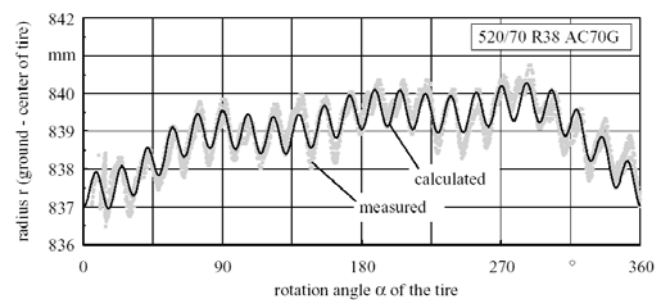
ในการวิเคราะห์ระบบของล้อรถยนต์ของโครงงานนี้จะตั้งสมมุติฐานในการวิเคราะห์เพื่อออกแบบชิ้นส่วนของกลไกของล้อรถยนต์ไว้เพียงอย่างเดียวซึ่งจะไม่นำแรงถ่ายโอนหรือมุมการลื่นไถลของล้อรถยนต์ที่เกิดการเคลื่อนที่เข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งสมมุติฐานสำหรับการสร้างแบบจำลองมีดังนี้

1. ค่าคงที่ของ สปริงและอัตราหน่วงของยางรถยนต์มีค่าคงที่
2. พื้นผิวของล้อรถยนต์แบบใหม่จะสัมผัสกันจุดเดียวบนพื้นถนน
3. ผลกระทบจากการหมุนของล้อเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น

3.2 แรงและลักษณะการเคลื่อนที่ของล้อรถยนต์แบบเดิม

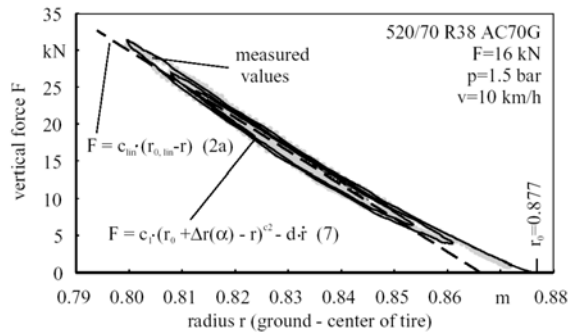
ในการวิเคราะห์แรงของระบบล้อรถยนต์เพื่อที่จะนำไปประกอบหรืออ้างอิง ระบบการทำงานใหม่ของล้อรถยนต์จะมีการอ้างอิงงานวิจัยที่เคยทำมาก่อนแล้ว นั้น [5] ซึ่งอ้างอิงถึงแรงและระบบการทำงานเดิมของล้อรถยนต์ที่รับแรงในลักษณะต่างๆ ดังนี้

ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปร่างของยางเมื่อมีการเคลื่อนที่



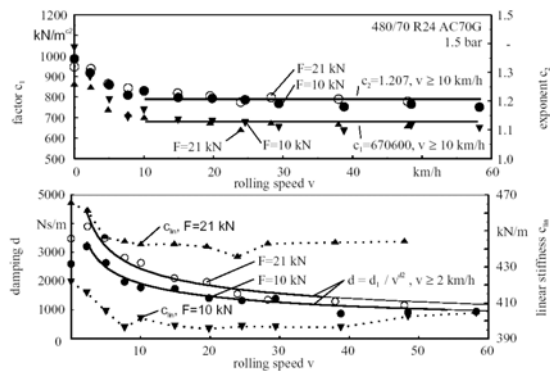
รูปที่ 1 แสดงรูปแบบของการเปลี่ยนรัศมีของรถรถยนต์ที่มีความสัมพันธ์ต่อการ เคลื่อนที่ [5]

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของยางและแรงในแนวตั้ง



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบของการเปลี่ยนรัศมีของรถจักรยานยนต์ที่มีความสัมพันธ์ต่อแรงในแนวตั้ง เมื่อมีการเคลื่อนที่การเคลื่อนที่[5]

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ของสปริงและอัตราหน่วงของยาง

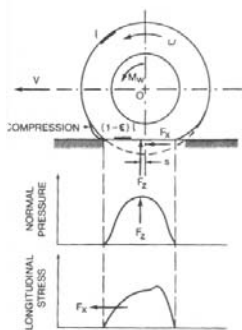


รูปที่ 3 แสดงรูปแบบของการเปลี่ยนรัศมีของรถจักรยานยนต์ที่มีความสัมพันธ์ต่อการเคลื่อนที่[5]

4. การออกแบบและคำนวณ

4.1 ล้อรถยนต์ตัวอย่างและรูปแบบการรับแรง

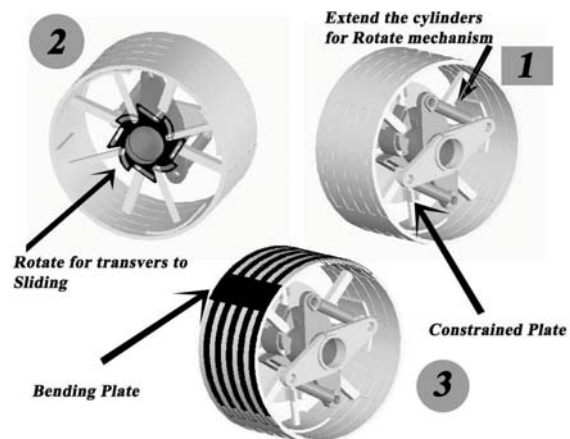
ล้อแบบใหม่นี้เป็นล้อจะให้โมเดลขนาดของล้อที่มีงานวิจัยที่ผ่านมา[5] ได้วิเคราะห์ผลกระทบและอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ของการสั่นสะเทือนคือโมเดล 480/70 R24 AC70G โดยการจำลองรูปแบบการรับแรงคือ



รูปที่ 4 แสดงรูปแบบการรับแรงของล้อรถยนต์

4.2 รูปแบบของล้อรถยนต์แบบใหม่

หลักการออกแบบล้อรถยนต์แบบใหม่จะมีการออกแบบให้ชิ้นส่วนภายในด้านในของล้อรถยนต์มีรูปแบบเป็นขาสำหรับเลื่อนเข้าออกได้โดยอาศัยการส่งผ่านกำลังจากกระบอกการส่งกำลังที่ทำงานลักษณะการยืดเข้าและออก(Prismatic)มาเปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุน(Rotation) ซึ่งเมื่อกระบอกได้ส่งกำลังออกมาแล้วเปลี่ยนเป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะดังกล่าวทำให้ขาสำหรับเลื่อนเข้าและออกในแนวรัศมีของล้อรถยนต์เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงตามร่องบังคับ โดยการเคลื่อนที่ของขาสำหรับเลื่อนเข้าและออกนี้จะทำหน้าที่ไปดันแผ่นโค้งงอที่มีอัตราการยืดหยุ่นตัวและการเป็นสปริงที่สัมพันธ์กับความเร็ว ซึ่งแผ่นดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมปลายทั้งสองด้านเป็นซี่สำหรับตอถึงกันระหว่างแผ่นและจะมีขา ปรับโครงสร้างสำหรับปรับส่วนโค้งของแผ่น

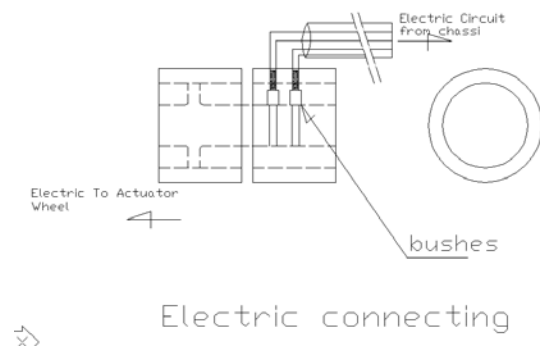


รูปที่ 6 แสดงรูปแบบใหม่ของล้อรถยนต์ที่ใช้กลไกเข้ามาแทนระบบล้อยาง

4.3 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ไฟฟ้า

และควบคุม

เนื่องจากชิ้นส่วนกลไกที่นำเข้าไปแทนที่ล้อนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมัลพลังงานเข้าไปส่งกำลังทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของชุดกลไก ซึ่งในการส่งผ่านระบบกำลังทางไฟฟ้าไปสู่ระบบกลไกที่กำลังมีการหมุนด้วยความเร็วอย่างต่อเนื่องทำให้จะต้องออกแบบให้ระบบสามารถรับกำลังทางไฟฟ้าในขณะที่มีการเคลื่อนที่ได้ซึ่งในระบบกลไกชุดนี้จะออกแบบโดยใช้ ชุดแปรงถ่านกดทับบนแถบโลหะที่มีความสามารถในการนำไฟฟ้า เมื่อแถบโลหะได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแล้วนั้นจะส่งแรงเคลื่อนไปตามสายไฟ ส่งเข้าสู่ระบบควบคุมต่อไป



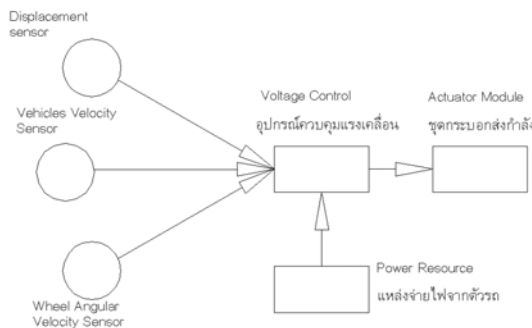
รูปที่ 7 แสดงรูปแบบของการเชื่อมต่อกำลังไฟเข้าสู่ระบบกลไกการทำงาน

4.4 การรองรับการตอบสนองและการควบคุม

เนื่องจากระบบทำงานมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาทำให้ไม่สามารถที่จะส่งผ่านสัญญาณควบคุมการทำงานผ่านชุดแปลงถ่านได้ เนื่องจากสภาวะการทำงานอาจจะมีสิ่งรบกวนสัญญาณทำให้การควบคุมผิดพลาดได้

ในโครงการวิจัยนี้จะใช้ระบบควบคุมแบบไร้สายควบคุมการทำงานของระบบซึ่งจะคอยควบคุมการจ่ายแรงเคลื่อนเข้าสู่ระบบการทำงานซึ่งหลักในการใช้ควบคุมนั้นระบบจะถูกควบคุมโดยอุปกรณ์ตรวจจับระยะทาง(Displacement Sensor) ซึ่งเมื่อล้อแบบใหม่นี้เคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางหรืออุปสรรคในการเดินทางเมื่อล้อยกตัวขึ้น อุปกรณ์ตรวจจับจะรับทราบข้อมูลส่งให้ชุดอุปกรณ์ควบคุมส่งผ่านแรงเคลื่อนให้กระบองส่งกำลังทำงานโดยส่งแรงตามสมการการทำงานของล้อรถยนต์

ในกรณีที่ล้อแบบใหม่นี้มีการหมุนแต่ตัวรถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งอาจเกิดจากล้อเคลื่อนที่ไปเบียดอุปสรรคที่มีความสูงมากกว่าจุดศูนย์กลางของล้อรถยนต์ อุปกรณ์ควบคุมจะสั่งให้กระบองส่งกำลังทำให้กลไกเกิดการ ทำงานขยายเส้นผ่านศูนย์กลางออกทำให้ ระดับของจุดศูนย์กลางของล้อแบบใหม่นี้สูงเกินอุปสรรคซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวจะทำให้ล้อแบบใหม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้



รูปที่ 8 แสดงรูปแบบการจำลองการทำงานแบบง่ายของระบบควบคุมการทำงาน

5. สรุป

ในโครงการวิจัยนี้ขณะนี้ยังอยู่ในช่วงของการดำเนินการสร้างแบบเพื่อสร้างตัวอย่างล้อแบบใหม่นี้ขึ้นมาซึ่งเมื่อได้แบบการทำงานที่แน่นอน แล้วจะใช้เป็นข้อมูลเพื่อสร้างหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อจะใช้เป็นตัวกำหนดหรือควบคุมการส่งผ่านแรงบิด(Torque)ของระบบกระบองส่งกำลัง

รายการสัญลักษณ์

T	=	พลังงานจลน์
V	=	พลังงานศักย์
v_G	=	ความเร็วของชิ้นส่วน
ω	=	ความเร็วเชิงมุม
I_G	=	โมเมนต์ความเฉื่อย
ρ_Z	=	รัศมีความโค้งของแผ่นโค้ง
θ_y	=	มุมความโค้ง
r	=	รัศมีของล้อ
r_o	=	รัศมีนอกของล้อ
Fc	=	แรงในแนวดิ่งเนื่องจากสปริง
Fd	=	แรงในแนวดิ่งเนื่องจากการหน่วง
m	=	มวลของชิ้นส่วน
g	=	ค่าคงที่ความโน้มถ่วง
h_g	=	ค่าการเปลี่ยนระดับของกลไก

เอกสารอ้างอิง

- [1] J.Y.WONG, Ph.D., d. SC., Theory of Ground vehicles, 2nd ed., John Wiley & son, Inc., Canada, 1993
- [2] Thomas R. Kane, David A. Levinson ; DYNAMICS Theory and Application ; McGraw – Hill, Inc, United State of America ; 1976
- [3] Haim Baruh ; ANALYTICAL DYNAMICS ; International Edition ; McGraw – Hill, Inc, United State of America ; 1976
- [4] William T. Thomson, THEORY OF VIBRATION WITH APPLICATIONS. 3rd ed., Prentice-Hall, Inc., United Kingdom; 1988
- [5] H.Bo'hler ."Simulation of the dynamic loads of a Tractor with the help of multi-body-system program" Institute of Agricultural Machinery ,Technische Universita"t Mu"nchen, Germany
- [6] James Lacombe."Tire Model for Simulations of Vehicle Motion on high And Low Friction Road Surfaces". Proceedings of the 2000 winter Simulation Conference. pp1025-1034.