



สรุปโครงการวิจัย

การพัฒนารถไฟฟ้าสำหรับการแข่งขัน

World Eco Car Grand Prix in Thailand 2009

23-24 ตุลาคม พ.ศ.2552

TNI

ทีมงานวิจัย อาจารย์ ภาสกร พันธุ์โอภาส

นักศึกษาชมรมเกียรติ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

คำนำ

ในปัจจุบันสังคมโลกได้มีการส่งเสริมและให้ความสนใจทางด้านการพัฒนาระบบเครื่องยนต์แบบต่างๆเป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้ระบบที่สามารถใช้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด ทางคณะผู้จัดจึงได้ใช้เวลาให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าและประดิษฐ์เป็นรถ Eco Car และหวังว่ารถยนต์คันนี้จะจุดประกายเป็นต้นแบบในการผลิตรถยนต์พลังงานสะอาดต่อไปเพื่อจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้จริงในสภาวะที่ราคาน้ำมันมีแนวโน้มการได้ระดับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผู้ผลิตในวงการอุตสาหกรรมยานยนต์ต่างพากันคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตยนต์ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค แม้ว่าเทคโนโลยีหลาย ๆ อย่างจะยังไม่สามารถผลิตเพื่อจำหน่ายอย่างแพร่หลายได้จริง ณ ขณะนี้ เช่น รถยนต์พลังงานไฟฟ้า แต่ดูเหมือนว่ารัฐบาลไทยก็ได้เล็งเห็นปัญหานี้ล่วงหน้า จึงได้กำหนดโครงการ อีโค คาร์ Eco Car เมื่อหลายปีก่อน โดยได้กำหนดคุณสมบัติของรถอีโค คาร์ ที่นอกจากประหยัดน้ำมันแล้วยังช่วยลดปัญหามลพิษในอากาศได้ในระดับที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในประเทศไทยอีกด้วย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ในการทำวิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย หวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาหรือผู้สนใจทุกท่าน หากผิดพลาดประการใดก็ขอประทานอภัยมา ณ ที่นี้

นาย ภาสกร พันธุ์โอภาส และ นักศึกษาชมรมเกียรติ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง หน้า

หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	1
เป้าหมาย	2
ขอบเขตของโครงการ	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
คณะผู้ดำเนินงาน	3
ระยะเวลาดำเนินงาน	4
วิธีดำเนินการ	5 - 6
รายละเอียดค่าใช้จ่ายสำหรับการแข่งขัน	7
เทคนิคการแข่งขัน	
DC MOTOR	8-27
ออกแบบ	28
โครงสร้างรถ	28
BODY	29
ระบบเบรก	32
ความปลอดภัย	32
สรุปผล	33-38
ระเบียบการแข่งขัน	39-47

1. หลักการและเหตุผล

เนื่องจากปัญหาภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ซึ่งได้ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ประชาคมโลกได้เล็งเห็นเป็นปัญหาหลักที่ควรเร่งแก้ไข จากพิธีสารมอลทรีออล และพิธีสารเกียวโต ที่มีใจความเพื่อลดการปล่อยก๊าซที่ทำลายชั้นโอโซนก๊าซเรือนกระจก ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากไอเสียของภาคอุตสาหกรรมและยานพาหนะ พลังไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สะอาดปลอดภัย ทางคณะผู้จัดการแข่งขันได้ทำการจัดการแข่งขันรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไม่ก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นจุดประกายความคิดและพัฒนายานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานชนิดอื่นทดแทนน้ำมันที่มีราคาแพงและก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

การแข่งขันรถไฟฟ้ารายการ World Eco Car Grand Prix in Thailand 2009 นั้น ชมรมเกียร์ คณชวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่งทีมเข้าแข่งขัน 1 ทีม ได้สร้างรถไฟฟ้าขึ้นเพื่อประดิษฐ์คิดค้น และสร้างเทคโนโลยีใหม่ในการประหยัดพลังงาน ให้สอดคล้องกับกับสภาพการณ์ในปัจจุบัน อีกทั้งยังนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนการสอนในสถาบัน รวมถึงกระบวนการออกแบบและผลิต ขั้นตอนต่างๆ ได้ อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักศึกษามีการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะและยังช่วยสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อม พร้อมยังนำไปประยุกต์ใช้กับรถยนต์ทั่วไปตามท้องถนนได้จริง เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 รณรงค์ลดใช้พลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน
- 2.2 เพื่อกระตุ้นให้สังคมตระหนักถึงโทษของการทำลายสิ่งแวดล้อม
- 2.3 เพื่อรณรงค์ให้ภาคเอกชนและรัฐบาลลดการใช้พลังงานและหันมาประหยัดพลังงานกันให้มากขึ้น
- 2.4 เพื่อเสริมสร้างทักษะทางด้านอาชีพและการเรียนของนักศึกษา
- 2.5 เพื่อให้นักศึกษาใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์แก่ตนเองและสังคม
- 2.6 เพื่อให้นักศึกษาได้มีทักษะในการดำรงชีวิตที่ดีในการอยู่ในสังคม

3. เป้าหมาย

- 3.1 เพื่อให้สามารถเข้าใจกำลังเป็นมอเตอร์ ที่มีแหล่งพลังงานจาก แบตเตอรี่ 12V 3A
- 3.2 เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการออกแบบและขั้นตอนการผลิต
- 3.3 เพื่อให้เกิดจิตสำนึกในเรื่องการประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3.4 เพื่อให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ สามารถทำงานเป็นทีม มีความรับผิดชอบ และกล้าแสดงออก

4. ขอบเขตของโครงการ

เพื่อใช้ในการร่วมการแข่งขันในรายการ World Eco Car Grand Prix in Thailand 2009

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 สามารถเข้าใจกำลังเป็นมอเตอร์ ที่มีแหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ 12V 3A
- 5.2 สามารถเข้าใจถึงกระบวนการออกแบบและขั้นตอนการผลิต
- 5.3 เกิดจิตสำนึกในเรื่องการประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 5.4 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ สามารถทำงานเป็นทีม มีความรับผิดชอบ และ กล้าแสดงออก

6. คณะผู้ดำเนินงาน

ชมรมเกียรติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

นักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 2

- | | |
|---------------------------------|------------|
| 1. นางสาว กงสุต ภาสัทธา | 51111001-7 |
| 2. นาย กฤติน พันธุ์ลำไย | 51111004-1 |
| 3. นาย ไกรวิทย์ สุวรรณศรี | 51111015-7 |
| 4. นาย ชนิณทรย์ รักษาสกุลวงศ์ | 51111028-0 |
| 5. นาย นนทวัช เรืองวัฒนานนท์ | 51111073-6 |
| 6. นาย ประพฤติ พรหมชาติ | 51111081-9 |
| 7. นาย วรพงษ์ ไหมน้อม | 51111112-2 |
| 8. นางสาว วรวรรณ สิงห์ไพบูลย์พร | 51111113-0 |
| 9. นาย วัฒนา ศุภกุลวัฒนา | 51111121-3 |
| 10. นางสาว สิริณญา บุญชูสนอง | 51111141-1 |
| 11. นาย อรรถเดช เรืองวัฒนาภรณ์ | 51111150-2 |
| 12. นาย ธนภัทร จงไกรวุฒิ | 51111159-3 |

อาจารย์ ภาสกร

พันธุ์โอภาส

อาจารย์ที่ปรึกษา

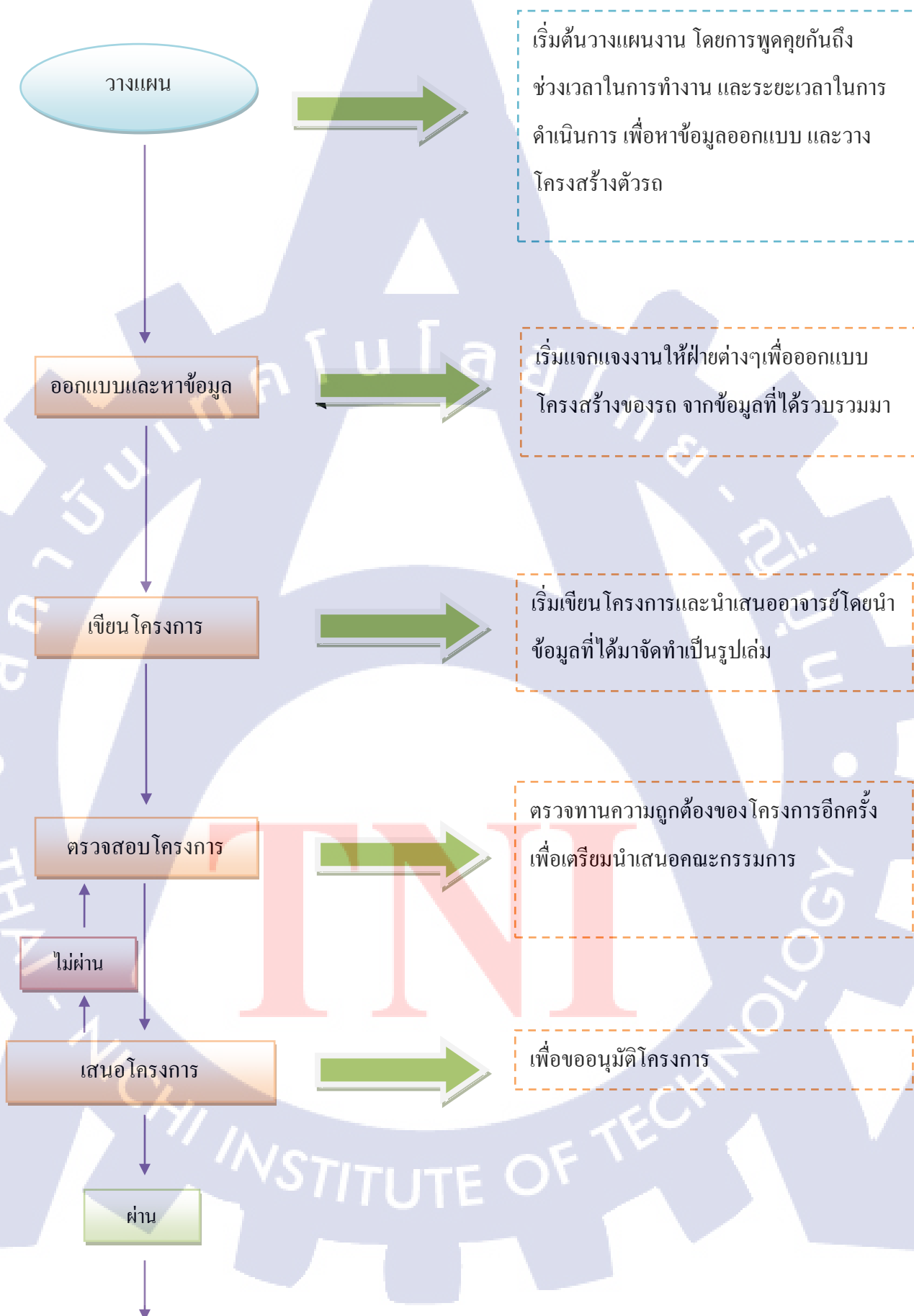
TNI

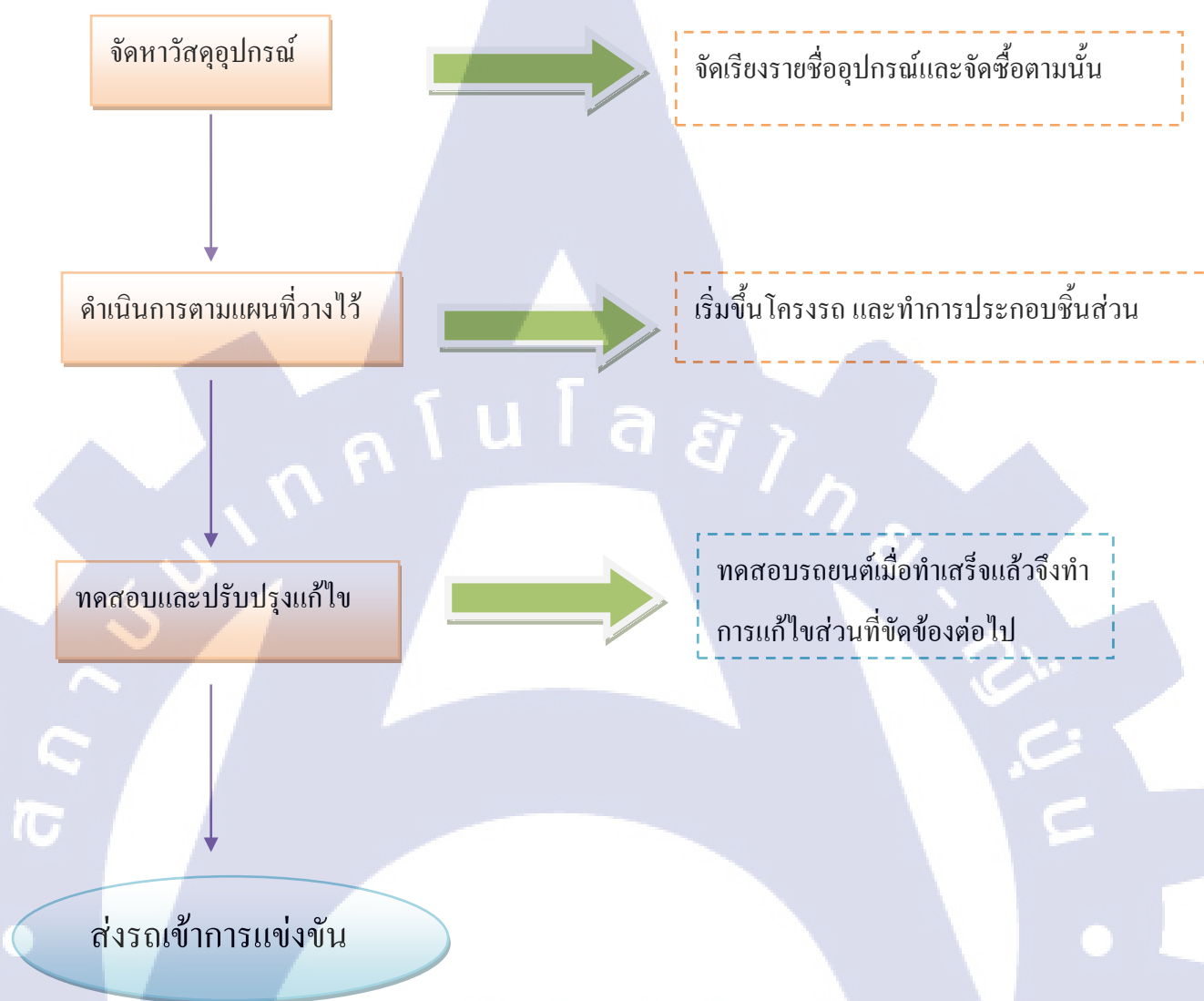
TAI - NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY

7. ระยะเวลาดำเนินงาน

August						
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
26	27	28 ประชุม	29 และ	30 ออกแบบ	31	1
2	3	4	5 ทำโครง	6	7	8
9	10	11	12	13	14 ทำโฟม	15
16	17 ทำโฟม	18	19	20	21 Molding	22
23	24	25	26 Molding	27	28	29
30 ประกอบเครื่อง	31	1	2	3	4	5
September						
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
30	31	1	2	3 Check body	4	5
6	7	8	9 ทดสอบรถ และ แก้ไข	10	11	12
13	14	15	16 อ่านหนังสือ เตรียมสอบ	17	18	19
20	21	22	23 Final exam	24	25	26
27	28	29	30 Final exam	1	2	3

9. วิธีดำเนินงาน





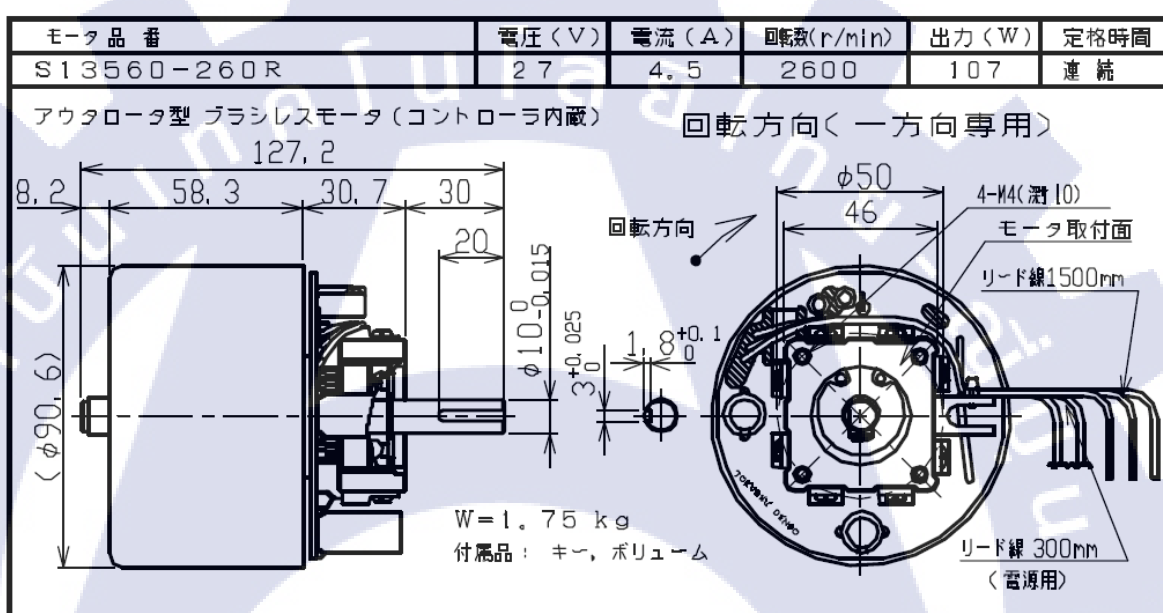
11. เทคนิคการแข่งขัน

ส่วนประกอบต่างๆของรถ

1. Motor

การทำงานของมอเตอร์ ที่นำไปขับเคลื่อนรถ

มอเตอร์ที่เลือกใช้ เป็นมอเตอร์ของ TOKUSHU DENSO พร้อมทั้งมีระบบ Controler ทำให้มอเตอร์กินไฟน้อย วิ่งเร็ว และสามารถทำจำนวนรอบได้มาก



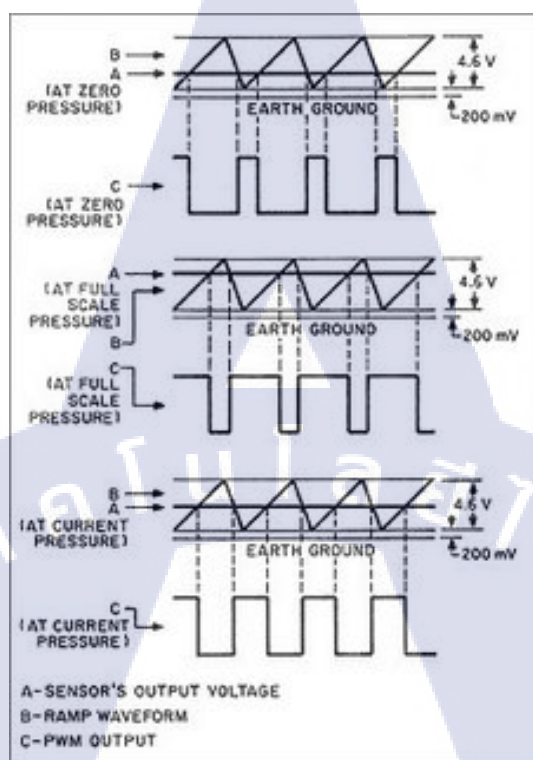
ทั้งมีระบบ Controler ทำให้มอเตอร์กินไฟน้อย วิ่งเร็ว และสามารถทำจำนวนรอบได้มาก DC

Motor ปรับความเร็วได้ไม่ยาก แต่ใส่ความต้านทานลดกระแสลงก็จะช้า แต่เสียพลังงานในความต้านทานที่ต่ออันดับไว้หากอยากให้เร็วเพิ่มขึ้นก็เพิ่มแรงดัน 10-20% ถ้าจะให้เสียพลังงานน้อยก็ต้องส่งพลังงานเป็นช่วงๆ PWM

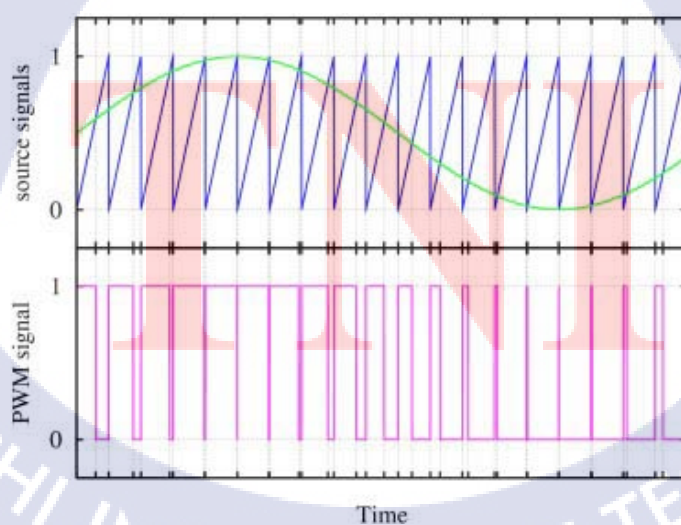
หลักการสร้างสัญญาณ PWM

PWM ย่อมาจาก Pulse Width Modulation คือ การปรับความกว้างของพัลส์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน และสองสัญญาณที่วานี้ก็คือสัญญาณ"สามเหลี่ยม" กับสัญญาณที่ต้องการปรับ

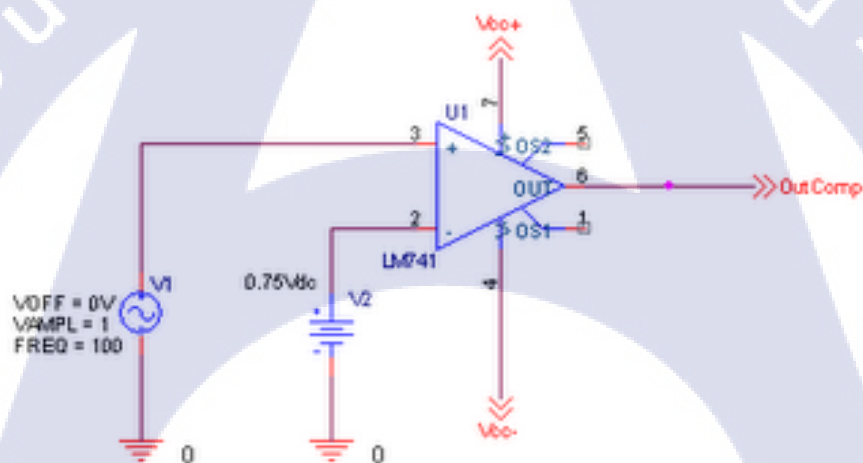
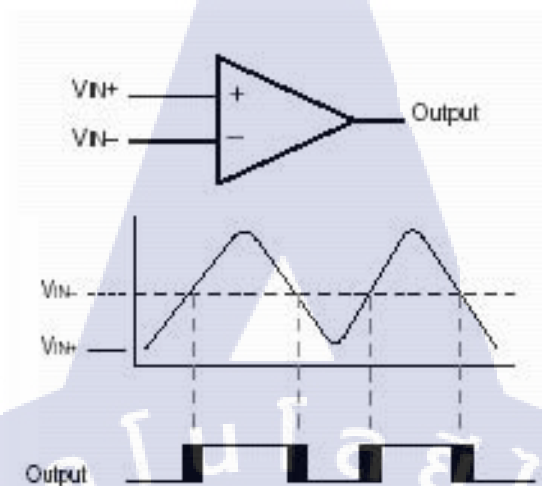
ความกว้างของพัลส์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเรานำสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงมาเปรียบเทียบกับสัญญาณสามเหลี่ยม เราก็จะได้สัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างคงที่นั่นเองดังรูปข้างล่างนี้



แต่ ถ้าเราจะไม่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง แต่นำสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ความกว้างของพัลส์ก็จะเปลี่ยนแปลง ภาพข้างล่างจะช่วยให้เข้าใจง่ายขึ้น



วงจร Comparator หรือ วงจรเปรียบเทียบ วงจร Comparator ที่นิยมใช้คือ Op-Amp เพียงตัวเดียว จากรูปข้างล่างเป็นวงจรพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้จริง



ข้อดีและข้อเสียระหว่างมอเตอร์กระแสตรง (DC motor)

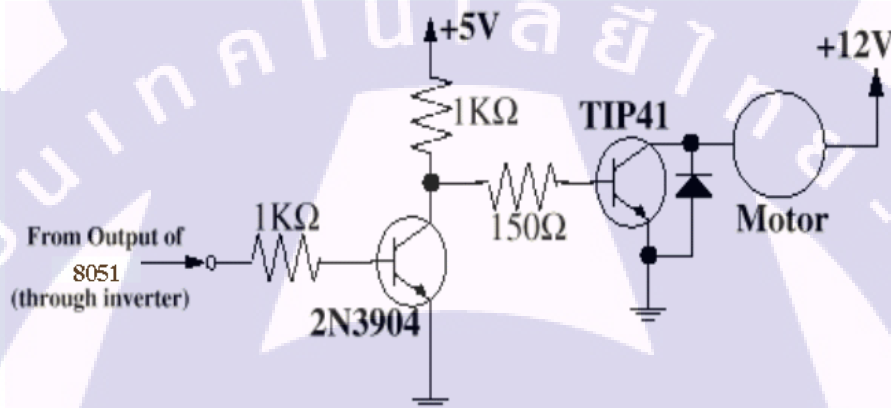
ข้อดีของ DC motor คือ

1. การควบคุมแรงบิดหรือความเร็วทำได้ง่ายและดีมาก
2. มีผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง (response) ได้รวดเร็ว
3. การปรับความเร็วสามารถทำได้ในช่วงกว้าง

ข้อเสียของ DC motor คือ

1. การบำรุงรักษาสูงมากเนื่องจากมีส่วนสึกหรอของแปรงถ่าน
2. ราคาแพงมากเมื่อเทียบกับ AC motor ที่มีขนาดกำลังแรงม้าเท่ากัน
3. มีขนาดใหญ่กว่า AC motor ที่ขนาดแรงม้าเท่ากัน
4. หาแหล่งจ่ายที่เป็นไฟกระแสตรงได้ยาก
5. ไม่สามารถนำไปใช้ในที่มีสารไวไฟได้

การทำงานของ DC motor หรือมอเตอร์กระแสตรง ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าคงที่มาขับเคลื่อนมอเตอร์ ภาพข้างล่างเป็นวงจรที่ใช้ควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

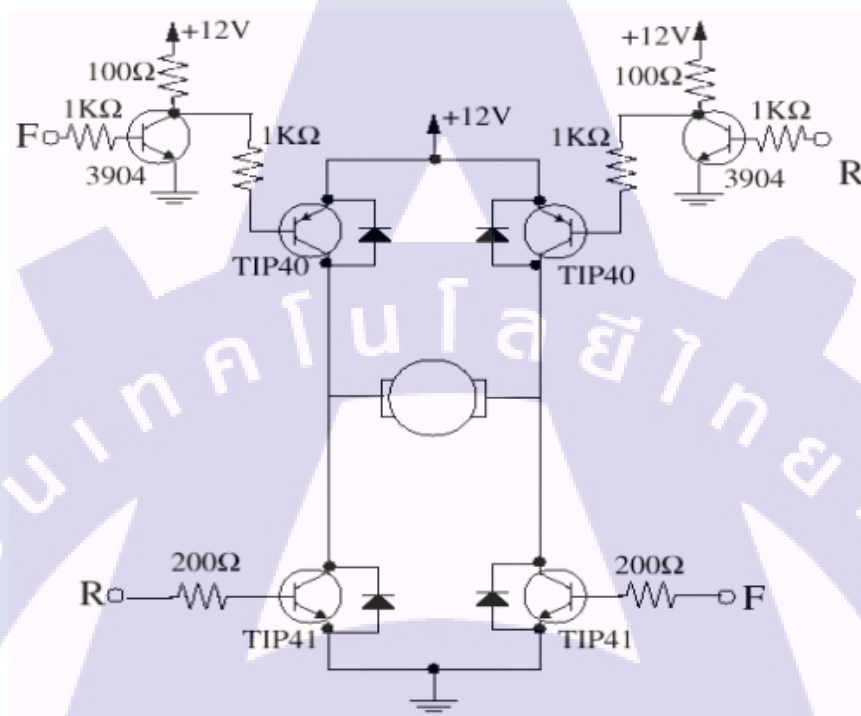


การทำงานของวงจร

- ระหว่าง 8051 และมอเตอร์กระแสตรงจะมีภาคของวงจรขยายกระแสสองภาคด้วยกัน
- วงจรขยายภาคแรกจะขยายสัญญาณที่ออกจาก 8051 เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของ power transistor ซึ่งในที่นี้คือ TIP41 ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นภาคขยายคือ ทรานซิสเตอร์ 2N3904 ซึ่งจะถูกรวมโดย 8051 เพื่อให้ทำงานในช่วง cutoff หรือ saturate อย่างใดอย่างหนึ่ง
- วงจรขยายภาคที่สองคือวงจรในส่วนของ TIP41 ซึ่งสัญญาณที่ได้รับการขยายแล้วจะถูกนำไปขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงต่อไป
- TIP41 มีการทำงานในสองโหมด คือ โหมด cutoff ซึ่งมอเตอร์จะหยุดทำงาน และ โหมด saturate ซึ่งมอเตอร์จะทำงานที่ full speed
- ไดโอดทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์จากภาวะชั่วขณะเมื่อมีการ switching เกิดขึ้น
- สำหรับวงจรนี้มอเตอร์จะมีการหมุนในทิศทางเดียวเท่านั้น

การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์

เราสามารถควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้โดยการใช้วงจรที่เรียกว่า H-bridges ซึ่งวงจรจะมีลักษณะดังภาพข้างล่าง



การทำงานของวงจร

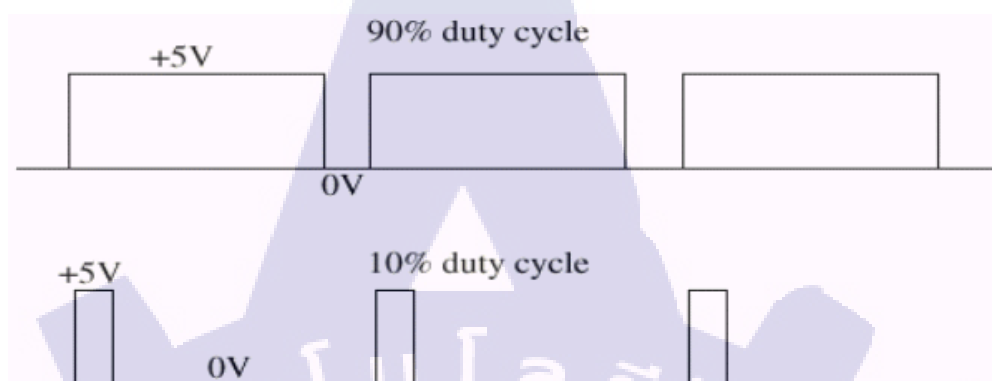
- ทรานซิสเตอร์สองตัวจะ on ส่วนอีกสองตัวจะ off เพื่อควบคุมให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
- เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา สามารถทำได้โดยการสลับการทำงานของ ทรานซิสเตอร์ให้มีสถานะตรงข้ามกับกรณีการหมุนตามเข็มนาฬิกา

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์

วงจรที่ได้กล่าวมาข้างต้นไม่สามารถควบคุมให้มอเตอร์ทำงานที่ความเร็วต่างกันได้ ดังนั้นเมื่อต้องการให้มอเตอร์ทำงานที่ความเร็วต่างกันจึงต้องมีการเพิ่มวงจรควบคุมเข้าไป เช่น pulse width modulation ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

หลักการทำงาน

- pulse width modulation จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณสี่เหลี่ยมออกมา ซึ่งจะมี duty cycle ต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับความเร็วที่ต้องการควบคุม ดังตัวอย่างในภาพข้างล่าง



- คาบเวลาของสัญญาณควรอยู่ในระดับมิลลิวินาที(millisecond) หรือความถี่อยู่ในระดับ กิโลเฮิร์ต

อีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงคือ การควบคุมโดยใช้โปรแกรมผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์เราควรเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควรคำนึงถึง

ก การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ราคา: HC11 ราคาตัวละประมาณ 20 ดอลลาร์, Stamp ราคา 35 ดอลลาร์

การประมวลผลข้อมูล: สามารถจัดการฟังก์ชันได้รวดเร็วตามที่คุณต้องการ

อินพุตและเอาต์พุต: จำนวนช่องสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่คุณต้องการทำอะไร โดย HC11 และ 8051 มีช่องสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่แตกต่างกันจำนวนมาก และสามารถดำเนินการไปพร้อมกันได้ ในขณะที่ Stamp ไม่มี

กำลังที่ใช้: ว่าคุณต้องการใช้ไฟเลี้ยงเท่าไร หรือต้องการแบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยต้องพิจารณาในเรื่องของค่าใช้จ่ายด้วย

หน่วยความจำ: โดย HC300 มีหน่วยความจำมากพอที่จะจัดการกับงานพวก DSP ในขณะที่ Stamp และพิกไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่มีหน่วยความจำสำรอง

ขนาดของบิต : ว่าคุณต้องการตัวประมวลผลขนาด 32 บิต หรือต้องการแค่ 8 หรือ 4 บิตเท่านั้น

ปริมาณงานต่อหน่วยเวลา (throughput) ของอินพุตและเอาต์พุต : คุณคงไม่ต้องการให้

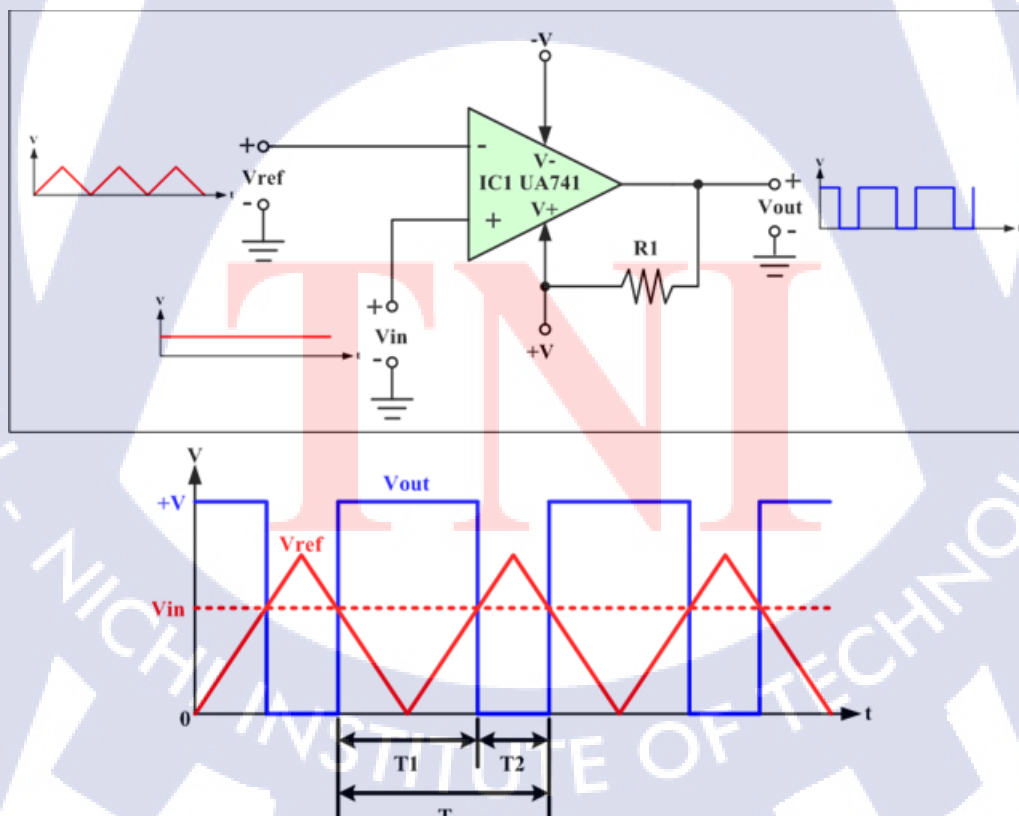
ไมโครคอนโทรลเลอร์ของคุณต้องพบปัญหาคอขวด (bottleneck)

การออกแบบบอร์ด : ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่คุณเลือกควรมีผลกระทบต่อบอร์ดที่คุณต้องการออกแบบให้น้อยที่สุด และสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมได้ คือมันต้องการเนื้อที่มากพอเพื่อไว้สำหรับติดตั้งเพิ่มได้ด้วย

การทำการอินเตอร์เฟสกับซอฟต์แวร์ : OverSee ก็ดี ส่วน Kermit ก็ใช้ได้ และ Buffalo ก็พอใช้ เรื่องที่มีความสำคัญมากคือ เรื่องของความสามารถในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่คุณเลือกได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้สามารถที่จะส่งผลไปยังความนิยมของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย (เช่น BASIC Stamp)

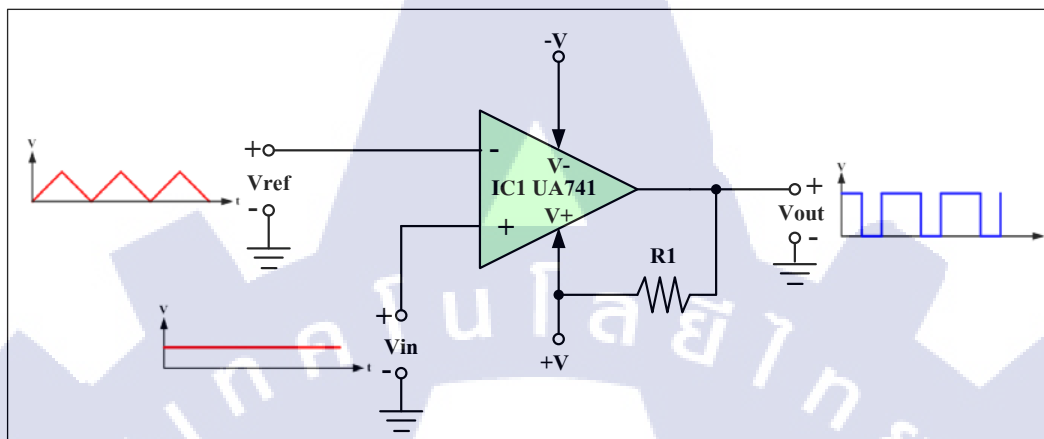
วงจรพัลส์วidthมอดูเลชั่น

Pulse Width Modulation : PWM



วงจรพัลส์วidthมอดูเลชั่น (Pulse Width Modulation : PWM) เป็นการใช้ไอซีเบอร์ที่หาไม่ยาก คือ ไอซีออปแอมป์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

คุณสมบัติในการทำงาน

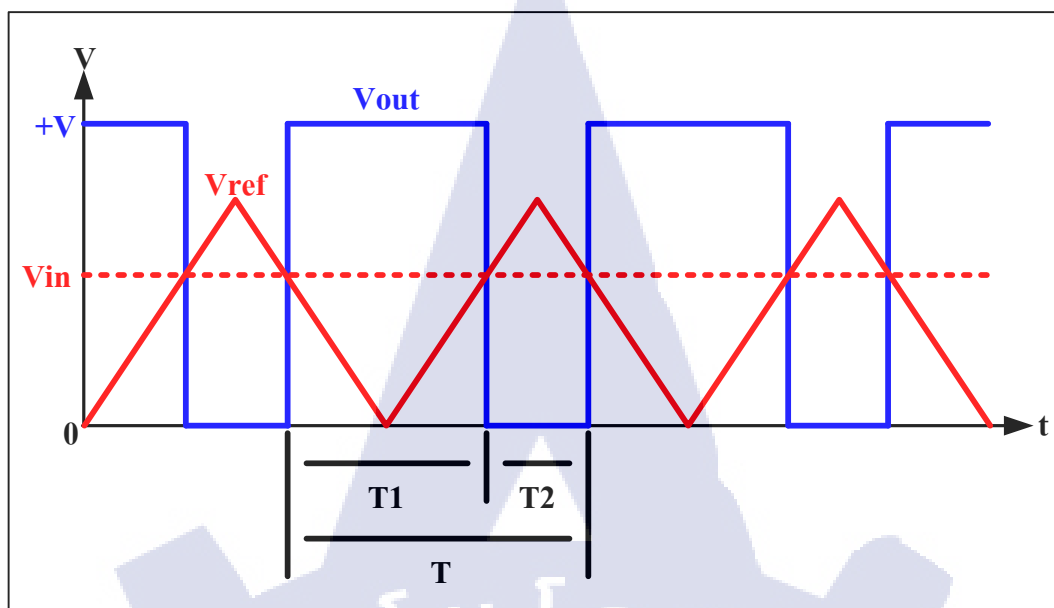


รูปที่ 1 ลักษณะของวงจรพัลส์วidthมอดูเลชั่น

จากรูปที่ 1 เป็นลักษณะของวงจรพัลส์วidthมอดูเลชั่น ที่จะทำการออกแบบวงจรให้ทำงานตามที่ต้องการ ซึ่งถ้าพิจารณาดูก็จะเห็นว่าใช้ไอซีออปแอมป์ เบอร์ UA741

โดยที่จะมีการป้อนแรงดันสัญญาณสามเหลี่ยม (Triangular Signal) เข้าที่ขั้วอินพุทกลับเฟส (Inverting Input) โดยจะเรียกแรงดันสัญญาณสามเหลี่ยมที่ป้อนเข้าไปนี้ว่า แรงดัน (V_{ref}) ซึ่งค่าแรงดันนี้คือค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาณที่ป้อนเข้าไป และที่ขั้วอินพุทไม่กลับเฟส (Non-Inverting Input) จะทำการป้อนแรงดันไฟตรงเข้าไปโดยจะเรียกแรงดันไฟตรงที่ป้อนเข้าไปนี้ว่าแรงดัน (V_{in})

จากการที่ทำการป้อนค่าแรงดันทั้งสองเข้าไปที่ขั้วอินพุทของออปแอมป์นี้ ก็จะส่งผลให้ได้แรงดันสัญญาณเอาต์พุตออกมา โดยแรงดันสัญญาณที่ได้นั้นจะเป็นแรงดันสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชั่น ซึ่งค่าของแรงดันทางเอาต์พุทที่ได้นั้นจะมีค่าของแรงดันเท่ากับ $+V$ (มีค่าประมาณแรงดันที่ป้อนให้กับไอซีออปแอมป์) แต่ในการออกแบบวงจรนั้นไม่ได้ง่ายอย่างที่คิด กล่าวที่จะทำให้งจรที่จะออกแบบนี้ให้ผลออกมาตรงตามที่ต้องการ



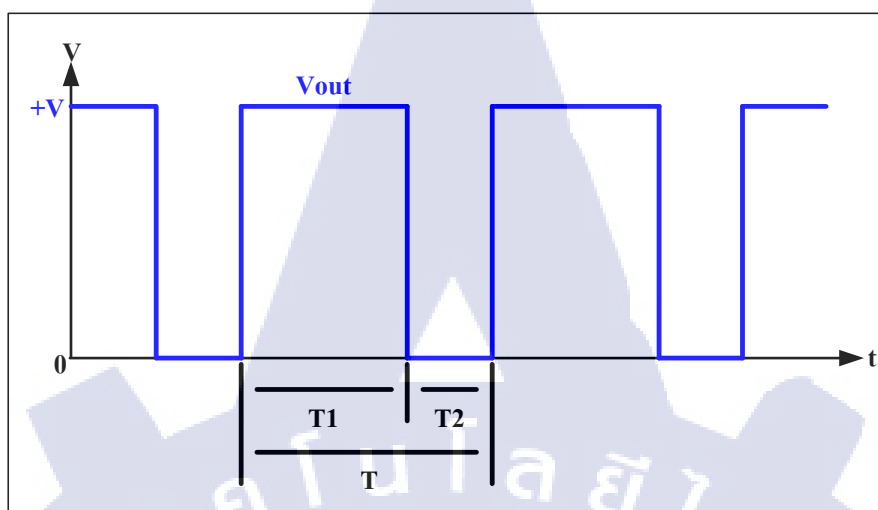
รูปที่ 2 ลักษณะของสัญญาณที่ได้จากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตขึ้น

จากรูปที่ 2 จะเป็นลักษณะของสัญญาณที่จะได้จากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตขึ้น แต่ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับผู้ที่จะออกแบบว่าอยากจะออกแบบวงจรให้ได้สัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลตขึ้นเป็นแบบใด ซึ่งถ้าพิจารณาจากรูปที่ 2 ก็จะพบว่ามีความถี่อยู่ 3 ค่าด้วยกัน ซึ่งความถี่ทั้งหมดนี้จะมีค่าสัมพันธ์กัน นั่นก็คือแรงดัน (V_{in}) ,แรงดัน (V_{ref}) และแรงดัน (V_{out}) โดยถ้าพิจารณาแล้วจะเห็นว่าค่าของแรงดัน (V_{in}) นั้นมีค่ามากกว่า 0V ,ค่าของแรงดัน (V_{ref}) นั้นมีค่ามากกว่า (V_{in}) และแรงดัน (V_{out}) นั้นมีค่าเท่ากับ (+V)

ดังนั้นถ้ามาทำการพิจารณาถึงลักษณะการทำงานของวงจรก็จะพบว่า จะให้หลักการของการเปรียบเทียบแรงดันนั่นเอง เพื่อที่จะทำให้ได้ค่าของแรงดันสัญญาณเอาต์พุตออกมา กล่าวคือ

- ถ้าค่าของแรงดัน (V_{in}) นั้นมีค่ามากกว่าค่าของแรงดัน (V_{ref}) ก็จะได้ค่าของแรงดันสัญญาณเอาต์พุตออกมามีค่าเท่ากับ (+V) นั่นเอง
- ถ้าค่าของแรงดัน (V_{in}) นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าของแรงดัน (V_{ref}) ก็จะได้ค่าของแรงดันสัญญาณเอาต์พุตออกมามีค่าเท่ากับ (0V) นั่นเอง

ในส่วนของการคำนวณหาที่สำคัญ อันดับแรกจะกล่าวถึงการคำนวณหาของคิวดัไซเคิล (Duty Cycle) ของรูปสัญญาณเอาต์พุตที่จะได้จากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น รูปที่ 3



รูปที่ 3 ลักษณะของคิวดัไซเคิล (Duty Cycle) ของสัญญาณเอาต์พุต

ที่ได้จากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

จากรูปที่ 3 พิจารณาจะเห็นว่าคิวดัไซเคิล (Duty Cycle) ที่ได้จากวงจรนั้นจะมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าของช่วงเวลา T_1 กับช่วงเวลา T_2 นั้นเอง โดยสามารถที่จะคำนวณหานี้ได้ดังแสดงใน สมการที่

1

$$\text{duty cycle} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

กำหนดให้ $T = T_1 + T_2$ ดังนั้นก็จะสามารถที่จะคำนวณหาคิวดัไซเคิล (Duty Cycle) ได้ดังแสดงในสมการที่ 2

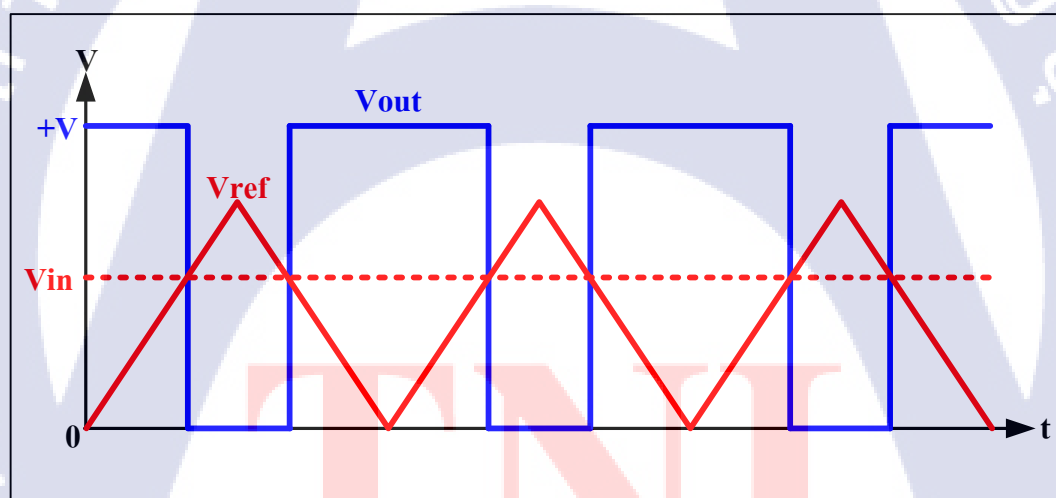
$$\text{duty cycle} = \left(\frac{T_1}{T} \right) \quad \dots\dots\dots(2)$$

จากสมการที่ 1 และ สมการที่ 2 ที่ได้แสดงจะเป็นการคำนวณหาค่าดีวีไซเคิล (Duty Cycle) แต่ถ้าจะคำนวณหาของเปอร์เซ็นต์ดีวีไซเคิล (Duty Cycle) ก็สามารคำนวณหาได้ดังแสดงใน สมการที่ 3 และสมการที่ 4

$$\text{duty cycle (\%)} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) \times 100\% \quad \text{.....(3)}$$

$$\text{duty cycle (\%)} = \left(\frac{T_1}{T} \right) \times 100\% \quad \text{.....(4)}$$

การคำนวณหาดีวีไซเคิล (Duty Cycle) จากค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดัน (V_{in}) กับค่าของแรงดัน (V_{ref}) แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะของค่าดีวีไซเคิล (Duty Cycle) ของสัญญาณเอ๊าท์พุท

ที่ได้จากค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดัน (V_{in}) กับค่าของแรงดัน (V_{ref})

จากรูปที่ 4 ถ้าพิจารณาแล้วก็จะเห็นว่าค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่จะได้จากวงจรนั้นสามารถที่จะคำนวณโดยใช้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดัน (V_{in}) กับค่าของแรงดัน (V_{ref}) ได้เช่นกัน โดยสามารถที่จะคำนวณหาค่านี้ได้ดังแสดงในสมการที่ 5

$$duty\ cycle = \left(\frac{V_{in}}{V_{ref}} \right) \dots\dots\dots(5)$$

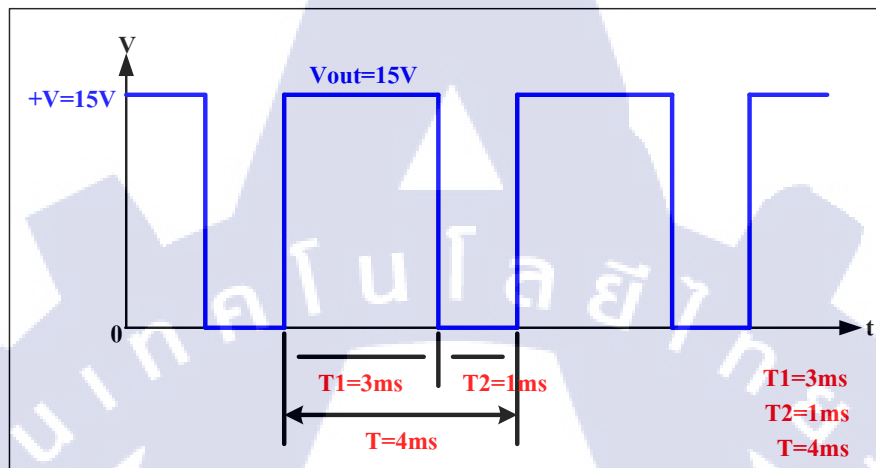
แต่ถ้าจะคำนวณค่าของเปอร์เซ็นต์ดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ก็สามารถคำนวณหาค่าได้ดังแสดงในสมการที่ 6

$$duty\ cycle(\%) = \left(\frac{V_{in}}{V_{ref}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

ซึ่งจากสมการที่ 5 และสมการที่ 6 ที่ได้แสดงนั้น ถ้าพิจารณาแล้วก็จะพบว่าค่าของดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) นั้นจะค่าที่ขึ้นอยู่กับค่าของแรงดัน (V_{in}) โดยที่ค่าของแรงดัน (V_{ref}) ก็คือค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาณที่ป้อนเข้าไป ดังนั้นจากวงจรที่ออกแบบนี้ถ้าทำการกำหนดให้ค่าของแรงดัน (V_{in}) มากกว่าศูนย์ และให้ค่าของแรงดัน (V_{ref}) มากกว่าค่าของแรงดัน (V_{in}) แล้วก็จะทำให้ได้ค่าของดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ที่อยู่ในช่วง 0–100

-ตัวอย่างการออกแบบวงจร (1)

การออกแบบวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น ให้มีค่าช่วงเวลาตามที่ได้ทำการกำหนด ดังแสดง
ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการจากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

จากรูปที่ 5 จะเป็นลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการจากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น ที่ทำการออกแบบ

โดยถ้าพิจารณาจากลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ ก็จะพบว่าค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่จะได้จากวงจรจะสามารถทำการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{duty cycle} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) = \left(\frac{3\text{ms}}{3\text{ms} + 1\text{ms}} \right) = \left(\frac{3\text{ms}}{4\text{ms}} \right) = 0.75$$

ซึ่งถ้าจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ก็จะมีดังนี้

$$\text{duty cycle (\%)} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) \times 100\% = \left(\frac{3\text{ms}}{3\text{ms} + 1\text{ms}} \right) \times 100\% = 75\%$$

ซึ่งจากค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่ได้คำนวณหาค่ามา ก็จะสามารถนำค่าดังกล่าวมาทำการคำนวณเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดัน (V_{in}) กับค่าของแรงดัน (V_{ref}) ที่เราจะใช้ในวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตขั้นนั้นเอง โดยสามารถที่จะคำนวณหาค่าได้ดังต่อไปนี้

เมื่อกำหนดให้

- 1.) ค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) มีค่าเท่ากับ 0.75 (ได้มาจากการคำนวณในตอนต้น)
- 2.) ค่าแรงดัน (V_{in}) มีค่าเท่ากับ 5V (กำหนดค่าขึ้นมาเอง ตามความเหมาะสม)
- 3.) คำนวณหาค่าแรงดัน (V_{ref}) มีค่าเท่ากับ ?V

$$\text{duty cycle} = \left(\frac{V_{in}}{V_{ref}} \right)$$

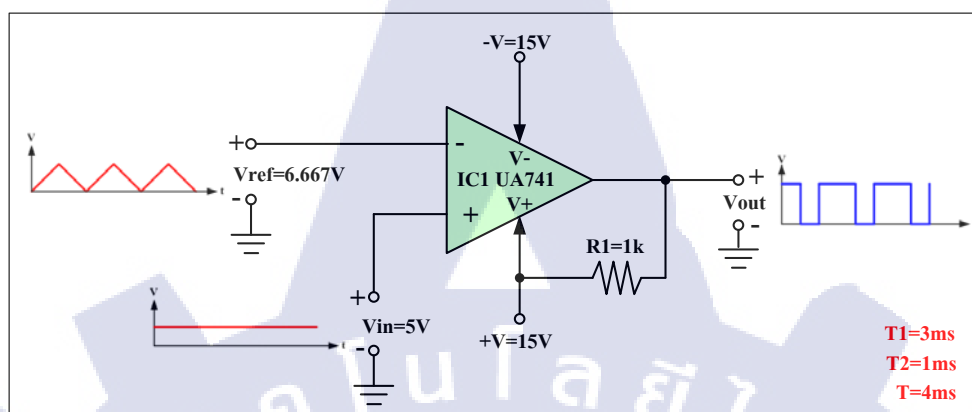
$$V_{ref} = \left(\frac{V_{in}}{\text{duty cycle}} \right)$$

$$V_{ref} = \left(\frac{5\text{V}}{0.75} \right)$$

$$V_{ref} = 6.667\text{V}$$

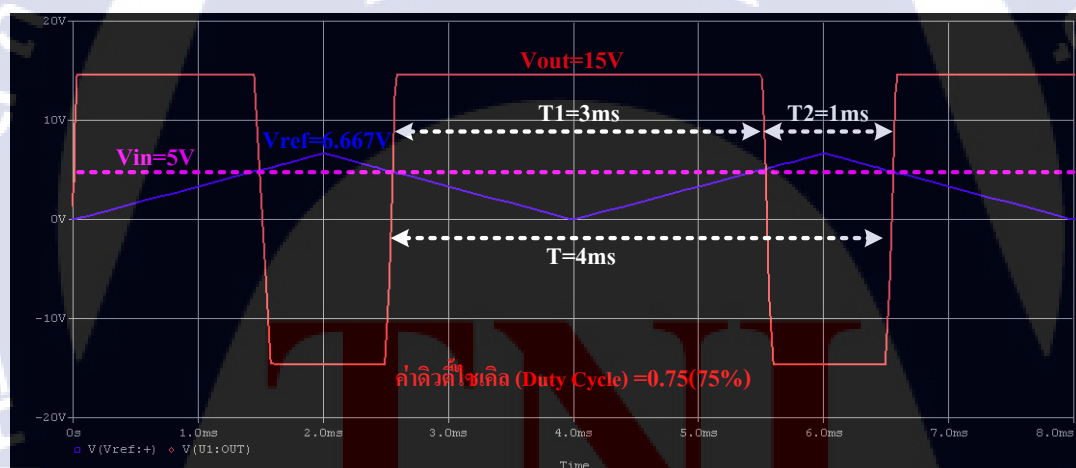
ซึ่งจากค่าที่ได้ทำการคำนวณนั้นก็พบว่าถ้าเราต้องการให้ค่าช่วงเวลา ($T_1 = 3\text{ms}$) และค่าช่วงเวลา ($T_2 = 1\text{ms}$) หรือมีค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) มีค่าเท่ากับ 0.75 นั้น โดยการป้อนค่าแรงดัน (V_{in}) ที่มีค่า

เท่ากับ 5V ให้กับวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันแล้ว ก็จะต้องทำการป้อนค่าแรงดัน (V_{ref}) ที่มีค่าเท่ากับ 6.667V ซึ่งลักษณะของวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ทำการออกแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะของวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ได้ทำการออกแบบ

โดยจากผลการทดสอบวงจรก็พบว่าวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ได้ทำการออกแบบนั้น ให้ผลตอบสนองออกมาตรงตามที่ต้องการ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7

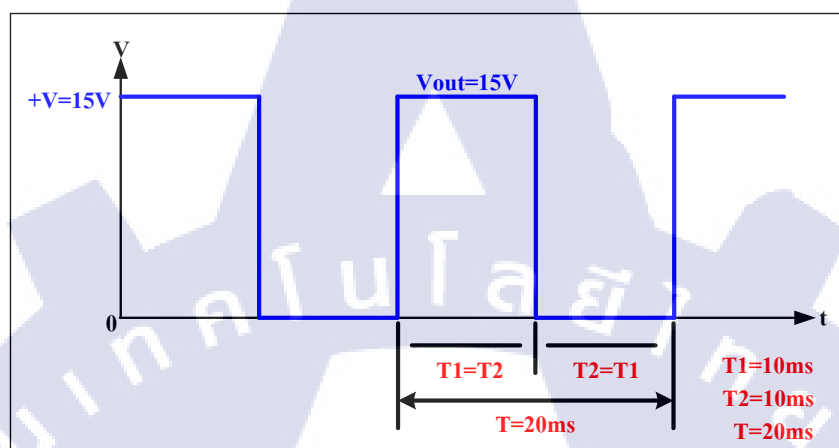


รูปที่ 7 ลักษณะของผลตอบสนองสัญญาณเอาต์พุต

ที่ได้จากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ได้ทำการออกแบบ

ตัวอย่างการออกแบบวงจร (2)

การออกแบบวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชัน ให้มีค่าช่วงเวลาตามที่ได้ทำการกำหนด ดังแสดง
ในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการจากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชัน

จากรูปที่ 8 จะเป็นลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการจากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชัน ที่จะทำให้การออกแบบ

โดยถ้าพิจารณาจากลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการนั้น ก็จะพบว่าค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่จะได้จากวงจรนั้นจะสามารถทำการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{duty cycle} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) = \left(\frac{10\text{ms}}{10\text{ms} + 10\text{ms}} \right) = \left(\frac{10\text{ms}}{20\text{ms}} \right) = 0.5$$

ถ้าจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ก็จะมีดังนี้

$$\text{duty cycle (\%)} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) \times 100\% = \left(\frac{10\text{ms}}{10\text{ms} + 10\text{ms}} \right) \times 100\% = 50\%$$

ซึ่งจากค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่ได้คำนวณหาค่ามานั้น ก็จะสามารถนำค่าดังกล่าวมาทำการคำนวณเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดัน (V_{in}) กับค่าของแรงดัน (V_{ref}) ที่จะใช้ในวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชัน โดยสามารถที่จะคำนวณหาค่าได้ดังต่อไปนี้

เมื่อเรากำหนดให้

- 1.) ค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) มีค่าเท่ากับ 0.5 (ได้มาจากการคำนวณ)
- 2.) ค่าแรงดัน (V_{ref}) มีค่าเท่ากับ 9V (กำหนดค่าขึ้นมาเอง ตามความเหมาะสม)
- 3.) คำนวณหาค่าแรงดัน (V_{in}) มีค่าเท่ากับ ?V

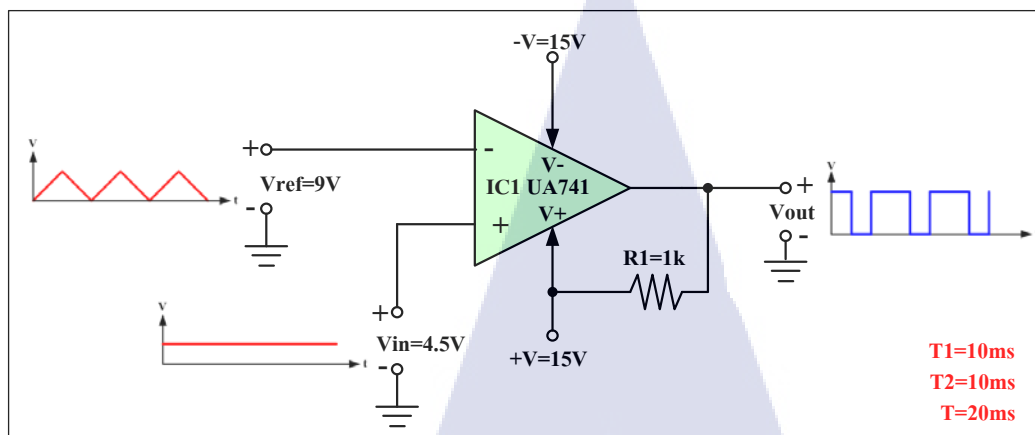
$$duty\ cycle = \left(\frac{V_{in}}{V_{ref}} \right)$$

$$V_{in} = V_{ref} \times duty\ cycle$$

$$V_{in} = 9V \times 0.5$$

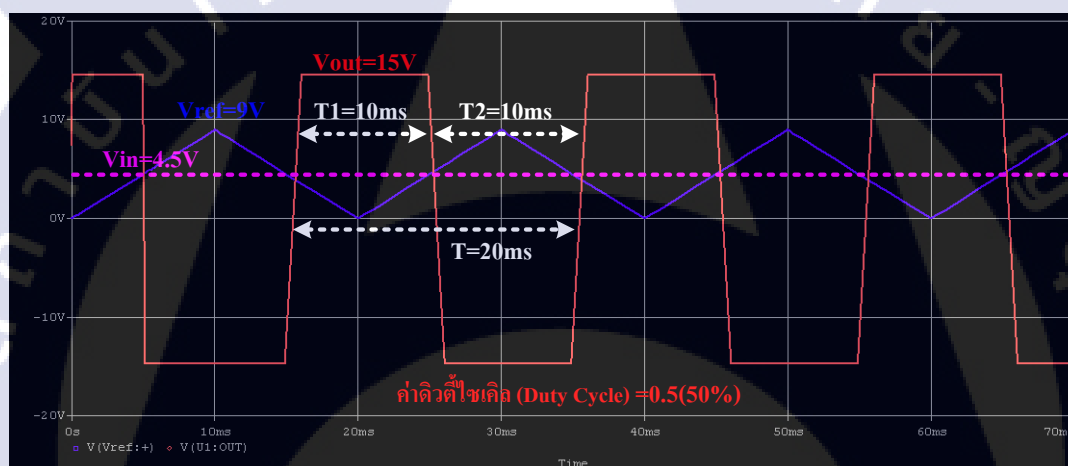
$$V_{in} = 4.5V$$

จากค่าที่ได้ทำการคำนวณนั้นก็จะพบว่าถ้าต้องการให้ค่าช่วงเวลา ($T_1 = 10ms$) และค่าช่วงเวลา ($T_2 = 10ms$) หรือมีค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) มีค่าเท่ากับ 0.5 นั้น โดยการป้อนค่าแรงดัน (V_{ref}) ที่มีค่าเท่ากับ 9V ให้กับวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันแล้ว ก็จะต้องทำการป้อนค่าแรงดัน (V_{in}) ที่มีค่าเท่ากับ 4.5V นั้นเอง (ซึ่งก็คือค่าแรงดันครึ่งหนึ่งของแรงดัน (V_{ref}) นั้นเอง) ซึ่งลักษณะของวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ทำการออกแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ลักษณะของวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชั้นที่ได้ทำการออกแบบ

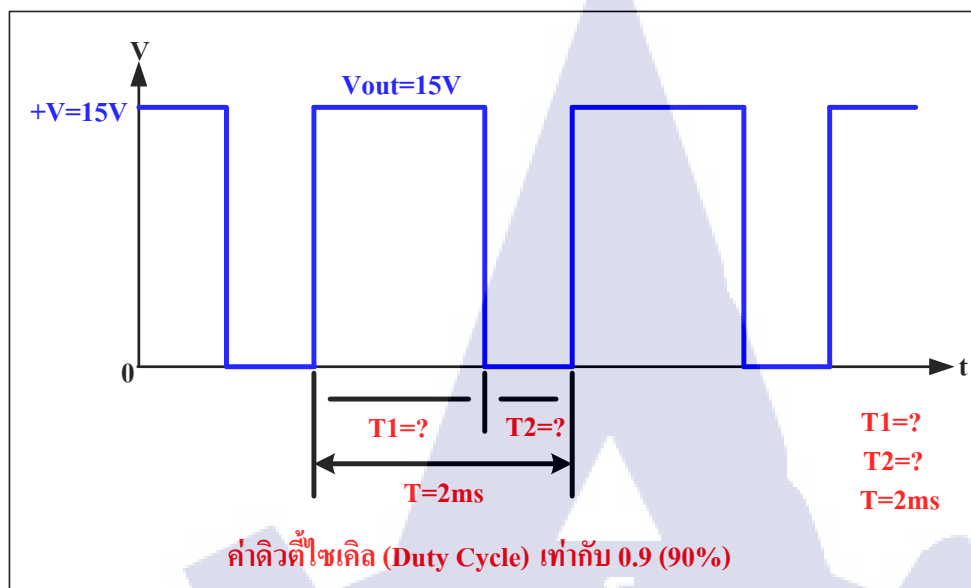
โดยจากผลการทดสอบวงจรก็พบว่าวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชั้นที่ได้ทำการออกแบบนั้น ให้ผลตอบสนองออกมาตรงตามที่ต้องการที่ได้จากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชั้นที่ได้ทำการแสดงไว้ในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ลักษณะของผลตอบสนองสัญญาณเอาต์พุตออกแบบ

ตัวอย่างการออกแบบวงจร (3)

การออกแบบวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชั้น ให้มีค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) เท่ากับ 0.9(90%) ตามที่กำหนด และกำหนดให้ค่าช่วงเวลา ($T = 2ms$) ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 ลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการจากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชั่น

โดยต้องการให้มีค่าตัวชี้เซกัล (Duty Cycle) เท่ากับ 0.9 (90%)

จากรูปที่ 11 จะเป็นลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการจากวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชั่น ที่จะทำให้การออกแบบ เพื่อให้ได้ค่าตัวชี้เซกัล (Duty Cycle) เท่ากับ 0.9 (90%) ตามที่กำหนดไว้ โดยมีค่าช่วงเวลา ($T = 2ms$) โดยถ้าพิจารณาจากลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการนั้น ก็จะพบว่าสิ่งที่ทำให้ค่าตัวชี้เซกัล (Duty Cycle) เท่ากับค่าที่กำหนดไว้นั้น จะต้องทำการคำนวณค่าของช่วงเวลา ($T_1 = ?$) ให้ได้ก่อน ซึ่งสามารถทำการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{duty cycle} = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) = \left(\frac{T_1}{T} \right)$$

$$T_1 = \text{duty cycle} \times T$$

$$T_1 = 0.9 \times 2ms$$

$$T_1 = 1.8ms$$

ซึ่งจากการคำนวณก็จะพบว่าค่าช่วงเวลา ($T_1 = 1.8ms$) นั้นก็หมายความว่าค่าช่วงเวลา (T_2) ก็จะมีค่าดังต่อไปนี้

$$T = T_1 + T_2$$

$$T_2 = T - T_1$$

$$T_2 = 2ms - 1.8ms$$

$$T_2 = 0.2ms$$

ซึ่งถ้าทำการนำค่าช่วงเวลา (T_1) และค่าช่วงเวลา (T_2) ที่คำนวณได้นั้น มาคำนวณเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ก็จะได้ดังนี้

$$duty\ cycle(\%) = \left(\frac{T_1}{T_1 + T_2} \right) \times 100\% = \left(\frac{1.8ms}{1.8ms + 0.2ms} \right) \times 100\% = 90\%$$

ซึ่งจากค่าเปอร์เซ็นต์ดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่ได้คำนวณเพื่อหาค่านั้น ก็จะพบว่าค่าที่ได้นั้นตรงตามที่ได้กำหนดไว้ นั่นเอง ดังนั้นขั้นตอนต่อมาก็จะสามารถนำค่าดังกล่าวมาทำการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดัน (V_{in}) กับค่าของแรงดัน (V_{ref}) ที่เราจะใช้ในวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลตชันนั่นเอง โดยสามารถที่จะคำนวณหาค่าได้ดังต่อไปนี้

เมื่อเรากำหนดให้

- 1.) ค่าดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) มีค่าเท่ากับ 0.9 (จากที่ได้กำหนด)
- 2.) ค่าแรงดัน (V_{ref}) มีค่าเท่ากับ 9V (กำหนดค่าขึ้นมาเอง ตามความเหมาะสม)
- 3.) คำนวณหาค่าแรงดัน (V_{in}) มีค่าเท่ากับ ?V

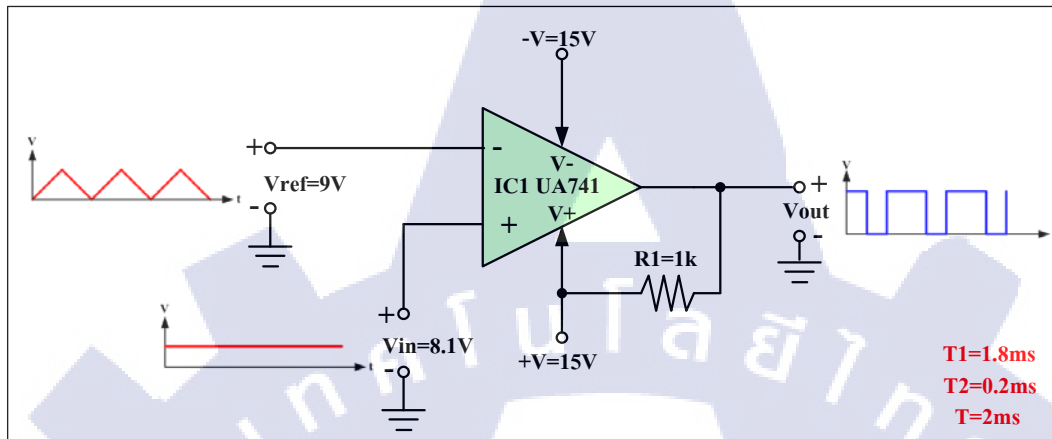
$$duty\ cycle = \left(\frac{V_{in}}{V_{ref}} \right)$$

$$V_{in} = V_{ref} \times duty\ cycle$$

$$V_{in} = 9V \times 0.9$$

$$V_{in} = 8.1V$$

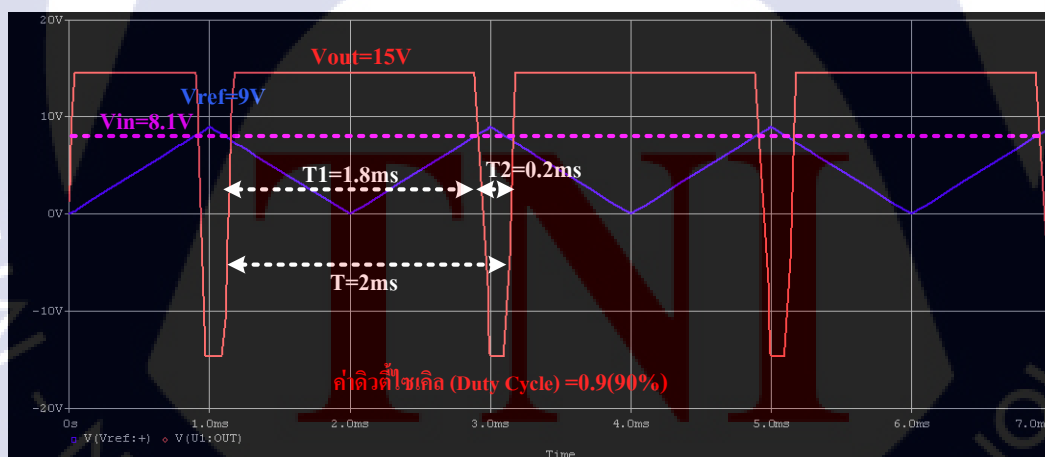
ซึ่งจากค่าที่ได้ทำการคำนวณนั้นก็จะพบว่าถ้าต้องการให้ค่าช่วงเวลา ($T_1 = 1.8\text{ms}$) และค่าช่วงเวลา ($T_2 = 0.2\text{ms}$) หรือมีค่าดีวีไซเคิล (Duty Cycle) มีค่าเท่ากับ 0.9 นั้น โดยการป้อนค่าแรงดัน (V_{ref}) ที่มีค่าเท่ากับ 9V ให้กับวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันแล้ว ก็จะต้องทำการป้อนค่าแรงดัน (V_{in}) ที่มีค่าเท่ากับ 8.1V นั้นเอง ซึ่งลักษณะของวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ทำการออกแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ลักษณะของวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ได้ทำการออกแบบ

โดยต้องการให้มีค่าดีวีไซเคิล (Duty Cycle) เท่ากับ 0.9(90%)

โดยจากผลการทดสอบวงจรก็พบว่าวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันที่ได้ทำการออกแบบนั้น ให้ผลตอบสนองออกมาตรงตามที่ต้องการครับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 13



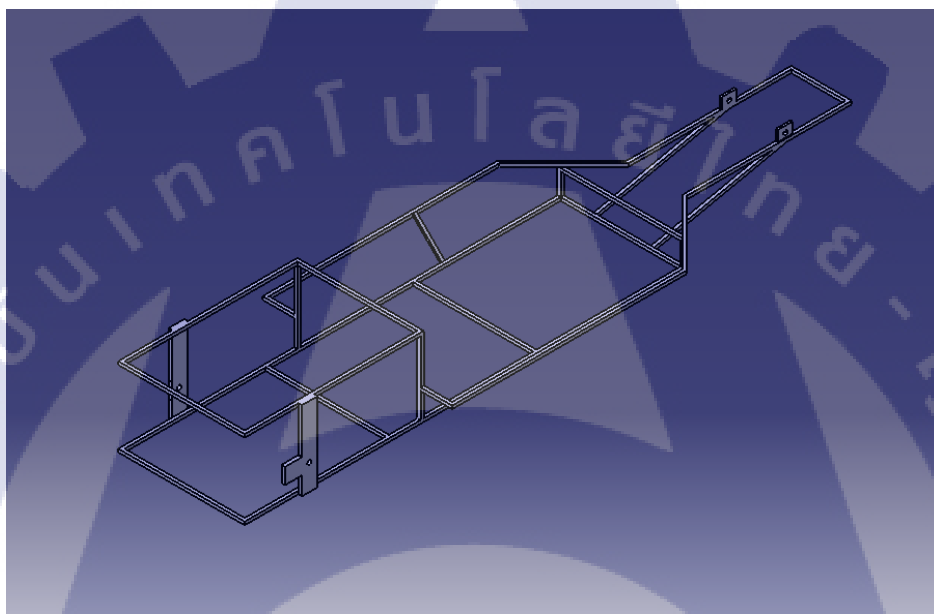
รูปที่ 13 ลักษณะของผลตอบสนองสัญญาณเอาต์พุตของวงจรที่ออกแบบ

โดยต้องการให้มีค่าดีวีไซเคิล (Duty Cycle) เท่ากับ 0.9(90%)

2. การออกแบบ

ด้วยงานเขียนแบบนี้คือจุดเริ่มต้น ของงานออกแบบ เพราะถ้าเราไม่ได้เขียนแบบออกมาจากจินตนาการ เราก็จะไม่สามารถหาจุดหมายปลายทางได้ หากเราเขียนแบบก่อนงานของเราจะออกมาได้เร็วขึ้น เขียนแบบด้วยมือก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ออกแบบเพื่อการทำงานสามารถสร้างโครงสร้างได้ชัดเจนและสามารถนำไปทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างรถ

3. โครงสร้างรถ



ทำจากอลูมิเนียม เพื่อให้มีน้ำหนักเบา แข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้ 70 กก. น้ำหนักคนขับและชิ้นส่วนรถ

4. Body



ตัวรถจะใช้คาร์บอนไฟเบอร์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและแข็งแรง คือน้ำหนักเพียง 20 – 25 กิโลกรัมเท่านั้น อธิบายการผลิต เราจำเป็นต้องรู้เรื่องวัสดุก่อน เพื่อจะได้ทราบคุณสมบัติและใช้งานได้อย่างถูกต้อง ว่าหน้าที่ของมันมีอะไรบ้าง ก่อนซื้อควรบอกคนขายว่านำไปใช้งานประเภทใด

1. เรซินมีโพลีเอสเตอร์เรซิน(เรซินเกรดไฟเบอร์)และอีพอกซีเรซิน(เรซินชนิดทนความร้อน)ขอเรียกว่าเรซินเป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เป็นเนื้อของงานไฟเบอร์กลาสเมื่อยังไม่นำมาใช้งานจะมีสภาพเป็นของเหลวข้นคล้ายน้ำมันเครื่องรถ มีกลิ่นฉุนมาก เมื่อผสมสารเคมีลงไปจะเกิดการแข็งตัวขึ้นเป็นรูปทรงได้

2. โมโนสไตรีนเป็นตัวทำลายเรซินทำให้เรซินเกิดเหลวมากขึ้น วิธีใช้โมโนสไตรีน ใช้เติมผสมลงในเรซินและเจลโค้ดให้เหลวมากขึ้นผสมลงประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ลักษณะไม่มีสี กลิ่นเหมือน เรซิน

3. ตัวม่วงหรือตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา สามารถทำให้เรซินเกิดการแข็งตัวเร็วขึ้น เหตุผลที่ต้องผสมตัวม่วงเพราะชิ้นหากไม่ได้ผสมตัวม่วงแล้วอายุการเก็บรักษาจะนานกว่า เวลาซื้อหากจะใช้งานเลยควรจะซื้อเรซินที่ผสมตัวม่วงแล้วเพราะไม่ต้องผสมให้ยุ่งยาก

4. ตัวทำแข็งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อผสมลงในเรซินแล้วจะทำให้เรซินร้อนและเกิดการแข็งตัวขึ้นมีลักษณะเป็นของเหลวเหมือนน้ำไม่มีกลิ่นเป็นกรดข้อควรระวัง อย่าให้โดนอวัยวะต่างๆ ของร่างกายเพราะเป็นอันตรายมาก

5. ใยแก้ว งานไฟเบอร์กลาสนี้สำคัญอยู่ที่ใยแก้ว เพราะใยแก้วนี้เป็นตัวประกอบสำคัญที่ทำให้แข็งแรงมากขึ้น ใยแก้วมีรูปร่างแตกต่างกันหลายชนิด แต่ที่เหมือนกันก็คือทำให้ชิ้นงานแข็งแรงทนทาน ลักษณะของใยแก้ว เส้นยาว เส้นสั้นแบบริดเป็นผืน แบบถักเป็นผืน ที่ใช้งานทั่วไป

ก็เป็นแบบพื้นเส้นสั้นหากจะให้แข็งแรงมากๆต้องใช้ใยแก้วชนิดทอเหมือนผ้าข้อควรระวัง ใยแก้วเป็นสารพิษเวลาทำงานควรสวมผ้าปิดจมูกชุปน้ำหมาดๆเพราะหากหายใจเข้าไปแล้วจะเป็นสารพิษตกค้างจะทำให้เกิดโรคมะเร็งได้

6. เจลโค้ทคือส่วนที่ปิดผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสสามารถเก็บรายละเอียดของพื้นผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี มีลักษณะเหลวคล้ายแป้งเปียกสามารถผสมสีเรซินได้ ใช้พ่นหรือทาก็ได้ เจลโค้ทนี้เป็นชั้นแรกของงานไฟเบอร์ซึ่งทำให้ไฟเบอร์มีผิวมันยังสามารถปกปิดใยแก้วได้ด้วย มีลักษณะเหนียวสามารถยึดเกาะแม่พิมพ์ได้ง่าย เมื่อพ่นหรือทาจะไม่ไหลมากองอยู่ข้างล่างแม่แบบผสมโมโนสไตรน์ได้หากเหนียวเกินไป พอแข็งตัวแล้วจะแข็งเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด วิธีผสมเจลโค้ท เจลโค้ท+ตัวม่วง+สีเรซิน+ตัวทำแข็ง

7. สีเรซินเป็นสีที่ผสมลงในเรซินเพื่อให้ชิ้นงานเห็นลายละเอียดคมชัด

8. น้ำยาล้างเรซิน หรืออะซิโตน มีลักษณะเหมือนทินเนอร์ มีกลิ่นฉุนแรง ใช้ทำความสะอาดเรซินเมื่อเสร็จงานแล้วข้อควรจำห้ามใช้อะซิโตนผสมเรซินเด็ดขาดเพราะจะทำให้งานเสียหายได้

9. จี๊ฟี่จัดผิว ใช้ขัดผิวชิ้นงานให้สะอาดเป็นมันเป็นชนิดเดียวกับยาขัดสีรถยนต์ยาขัดขาวยาขัดแดง

10. น้ำยาถอดแบบหรือpvaใช้สำหรับทาแม่แบบเพื่อให้ถอดแบบง่าย น้ำยาถอดแบบนี้ใช้รองระหว่างชิ้นงานและแม่แบบ เรียกว่าฟิวรีอ มีลักษณะเป็นของเหลวไม่มีสีใช้พ่นหรือทาบางๆที่แม่แบบ แห้งเร็วพอแห้งแล้วจะเป็นแผ่นบาง เมื่อถูกน้ำจะละลายทันทีและจะไม่ละลายถ้าถูกเรซินหากซึ้นไปผสมแอลกอฮอล์ได้ใช้รองพื้นครั้งสุดท้ายก่อนทาเจลโค้ท

11. จี๊ฟี่ถอดแบบมีการทำงานเหมือนน้ำยาถอดแบบมือใหม่ควรใช้น้ำยาถอดแบบดีกว่า

12. ทลคัมเป็นผงแป้งละเอียดสีขาวใช้ผสมเรซินเพื่อทำวัสดุรองพื้นมาคู่วิธีการทากัน

คำอธิบายอยู่ข้างล่างนะครับ

การทำไฟเบอร์กลาสเบื้องต้น

1. โดยทำชิ้นงานครับซึ่งใช้วิธีเดียวกันในการทำแม่แบบเริ่มแต่การเตรียมอุปกรณ์มีเรซิน เจลโค้ท ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา(ทางร้านจะผสมไว้แล้วท่านไม่ต้องซื้อมาผสมให้ยุ่งยากอีก) corematคือไฟเบอร์แผ่นเบาเพิ่มความหนาแปรงลูกกลิ้ง ชิ้นงานชิ้นตอนแรกขัดชิ้นงานก่อนนะครับ(เพิ่มเติมจากวิดีโอ ในวิดีโอเค้าจัดแบบกับยาขัดรถยนต์ไว้แล้ว จึงไม่มีขั้นตอนให้ดูแต่ท่านที่ซื้อหนังสือไป คงทราบดีว่าต้องขัดยาขัดรถยนต์ก่อน)

2. ใช้ขี้ผึ้งถอดแบบขัดทั้งไว้นจนขึ้นฝ้าขาว แล้วขัดด้วยผ้า (ตัวต้นแบบควรใช้น้ำยา pva ทาหรือพ่นให้ทั่ว)

3. จากนั้นผสมเจลโค้ททำตัวทำแข็ง 2เปอร์เซนของน้ำหนักเจลโค้ท หรือมากกว่านั้นสำหรับผมใช้มากกว่า 2เปอร์เซนเพราะเจลโค้ทแห้งช้ามาก ทำให้บางนะครับทาหนาจะแห้งช้า แล้วแต่สภาพอากาศถ้าอากาศร้อนจะแห้งเร็วขึ้น บางครั้งอาจใช้เวลา 3 ชั่วโมงขึ้นไป

4. รอให้เจลโค้ทแห้งถ้าแข็งปนหนืดให้ลงไฟเบอร์ต่อได้เลย

5. ลงไฟเบอร์ (ขออย่าให้ใส่ถุงมือและหน้ากากด้วยผมโดนมาแล้วคันมาก ใยแก้วเป็นสารพิษตกค้างในปอดด้วยนะครับ กันไว้ดีกว่าแก้)

6. ผสมเรซินกับโมโนสไตรีนก่อนตัวทำแข็งนะครับแล้วใส่ตัวทำแข็งประมาณ 2เปอร์เซนของน้ำหนักเรซิน ต้องน้อยจริง ๆ นะครับ 100 กรัม ใช้ 4-6 หยดก็พอ ตัวทำแข็งในเรซินก็เหมือนหัวเชื้อ ให้แห้งเร็ว ยิ่งไงก็ต้องลองดูครับ

7. วางใยแก้วลงไป ตรงที่มีลายละเอียดมากๆ ให้วางบาง ๆ นะครับ ถ้าวางยังบางยังไม่เกิดฟองอากาศครับแทบไม่ต้องใช้ลูกกลิ้งเลย หากวางหนาอย่างในวิดีโอก็ต้องใช้ลูกกลิ้งครับ

8. ใช้แปรงจุ่มเรซินทาใยแก้วให้ชุ่มก่อนแล้ว ใช้ลูกกลิ้งไล่ฟองอากาศ หากมีฟองอากาศก็ไม่ต้องตกใจนะครับ เพราะมีหัดใหม่เจอทุกคนครับ จากนั้นก็รอให้แห้ง

9. ใช้ลิ่มงัดออก

10. ชิ้นงานที่ไม่เรียบให้ใช้กระดาษทรายเบอร์ละเอียดที่สุดขัด ถ้าเรียบแล้วก็ขัดแว็กหรือไขปลาวาฬได้เลย

TNI

TAHITI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

5. ระบบเบรก



ระบบเบรกเป็นคิสเบรกของจักรยานนำมาแปลงติดตั้งกับรถเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับและกติกาก็ใช้เป็นลักษณะของน้ำมัน ซึ่งจะมีข้อดีคือ ขอบล้อไม่สึกหรอ สามารถป้องกันขอบล้อร้อนจะอาจจะมีผลทำให้ยางระเบิด ความร้อนบนบริเวณสัมผัสจะระบายได้ดี ช่วยผ่อนแรงในการเบรกแต่ละครั้ง

6. ความปลอดภัย

ในด้านความปลอดภัยเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ในโครงสร้างของรถก็จะมี Roll bar ที่จะช่วยป้องกันคนขับไม่ให้ได้รับอันตรายจากการพลิกคว่ำของรถ และในตัวบอดีของรถเองก็ยังทำจากไฟเบอร์กลาสซึ่งเหนียว แข็งแรง คงรูปเดิมได้ดี จึงทำให้แตกยาก เป็นการป้องกันการบาดเจ็บแก่คนขับ

12.สรุปผล

การทำรถ

ECO CAR



รถ ecocar แนวคิดการออกแบบโดยเริ่มจากแนวความคิดแล้วนำโฟมมาทำแบบแล้วลงความเห็นของทีมงาน และแนวความคิดที่จะสร้างก่อนนำไปเขียนแบบ



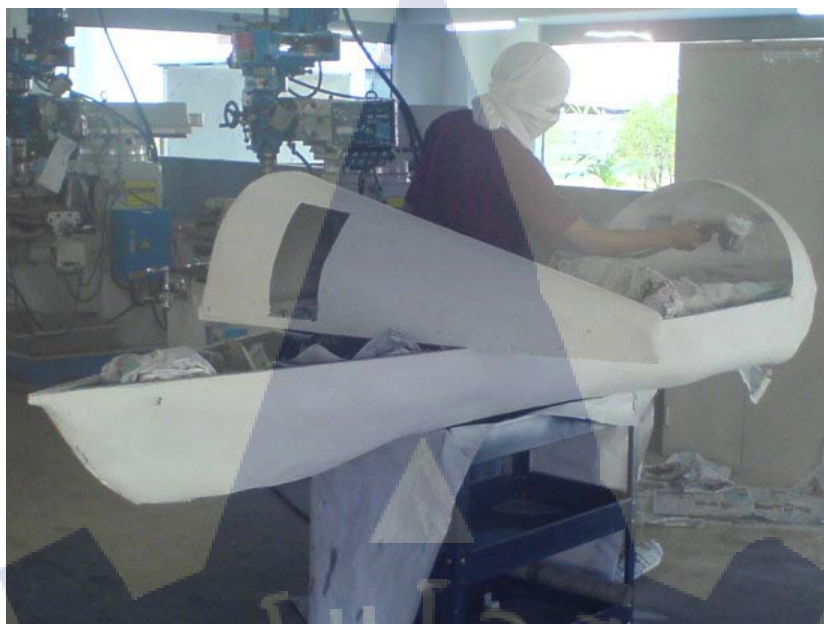


เริ่มต้นทำโครงของรถ โดยการร่างแบบลงบนพื้น แล้วจึงนำอลูมิเนียมมาสร้างตามแบบที่ตั้งไว้

โดนคำนึงถึงขนาดของโครงที่วางไว้



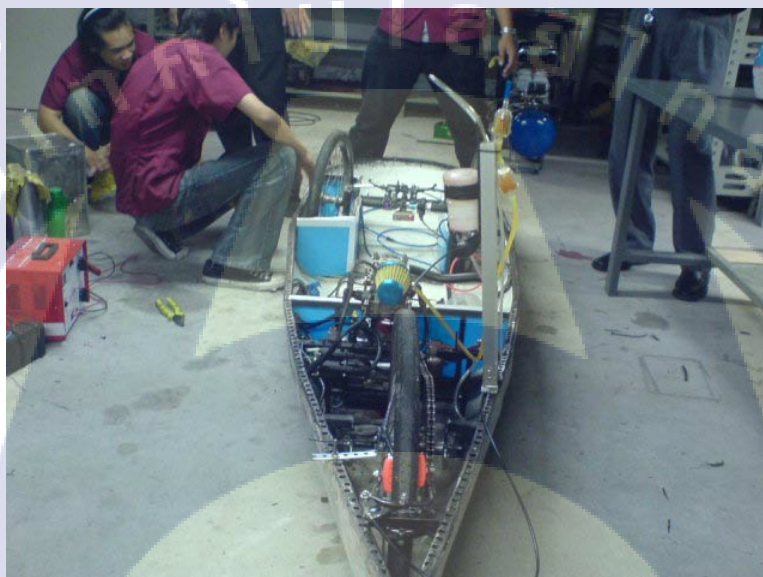
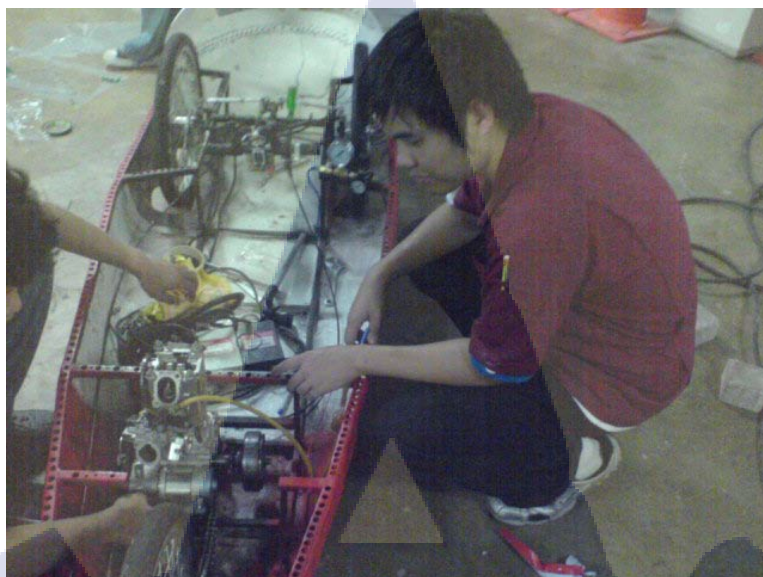
ทำ body โดยการใช้ไฟเบอร์กลาสในการทำ



ฟันสี ตกแต่งบอดี้ของรถ

ประกอบชิ้นส่วนต่างๆภายในรถ





TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ทดสอบรถ เพื่อปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำรถไปแข่ง



เนื่องจากคณะกรรมการแข่งขัน World Eco Car Grand Prix in Thailand 2009 ได้จัดการแข่งขันรถประหัตพลัฏงาน กรังด์ปรีซ์ นานาชาติ “World Eco Car Grand Prix in Thailand 2009” ทางชมรมเกียรติของคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้จัดทีมส่งเข้าแข่งขัน 1 ทีม โดยได้ประดิษฐ์รถ ECOCAR ขึ้นมาใหม่ 1 คัน แทนคันที่ใช้แข่งขันในรายการ World Eco Car Grand Prix in Thailand 2008 โดยมีระยะเวลาดำเนินงานตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2552 จนถึงกำหนดการในการแข่งขัน ซึ่งตามกำหนดการในระเบียบการนั้นได้กำหนดการแข่งขันไว้ในวันเสาร์ – อาทิตย์ที่ 23-24 ตุลาคม พ.ศ. 2552 ณ สถานบางกอกเรซซิง เซอร์กิต หรือบริเวณด้านหลังศูนย์สรรพสินค้าซีคอนสแควร์ แต่ปัจจุบันได้มีการเลื่อนการแข่งขันออกไปโดยไม่มีกำหนด

ในการสร้างรถ ECOCAR คันนี้ได้เลือกปัญหาที่กล่าวไว้ในปีที่แล้วมาแก้ปัญหา คือ มอเตอร์ที่เลือกใช้นั้นมีประสิทธิภาพต่ำ ในปีนี้ได้เลือกมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นของ Tokushu Denso พร้อมทั้งมีระบบ Controller ทำให้มอเตอร์กินไฟน้อย วิ่งเร็ว และสามารถทำงานวนรอบได้มาก DC Motor ปรับความเร็วได้ไม่ยาก แต่ใส่ความต้านทานลดกระแสลงก็จะช้า แต่เสียพลังงานในความต้านทานที่ต่ออันดับไว้ หากอยากให้เร็วเพิ่มขึ้นก็เพิ่มแรงดัน 10-20% ถ้า จะให้เสียพลังงานน้อยก็ต้องส่งพลังงานเป็นช่วงๆ PWM (Pulse Width Modulation)

ปัญหาอีกเรื่องที่ต้องนึกถึง คือความเร็วจะเปลี่ยนแปลงไปตามภาระ (Load) ด้วยทำให้ความเร็วไม่คงที่ที่จะต้องมีการตรวจสอบความเร็วแล้วปรับแรงดันชดเชยเมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลงในมอเตอร์ที่ใช้ในเทป Cassette ที่มาหมุน แกนขับเทปมักจะมียางจืดที่ใช้แก้ปัญหาที่อยู๋ด้วยจะมีช่องเล็กๆ อยู่ด้านท้ายมอเตอร์เพื่อเอาไขควงไปตั้งปรับความเร็วได้ หากจะเปลี่ยนความเร็วด้วยมอเตอร์แบบนี้ น่าจะทำได้ดี โดยต่อตัวปรับความเร็วออกมาไว้ข้างนอกจากการดำเนินงานครั้งนี้ได้ประสบปัญหาและข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย แต่รถ ECOCAR ก็สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตารางงานที่กำหนดไว้

ระเบียบการแข่งขันรถประหยัดพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม กรังด์ปรีซ์ นานาชาติ

“World Eco Car Grang Prix in Thailand 2009”

(การจัดการแข่งขัน)

1. ชื่อการแข่งขัน World Eco Car Grang Prix in Thailand 2009
2. วัตถุประสงค์ เพื่อการใช้รถในชีวิตประจำวันที่ดีขึ้น โดยไม่ทำลายสภาพแวดล้อมของโลก
3. วันจัดการแข่งขัน วันเสาร์ -อาทิตย์ ที่ 23-24 ตุลาคม พ.ศ.2552
4. สถานที่ สถานที่บางกอกเรซซิง เซอร์กิต (Bangkok Racing Circuit : BRC) หรือ บริเวณด้านหลังศูนย์สรรพสินค้าซีคอนสแควร์
5. รูปแบบการแข่งขัน แข่งขันในกลุ่มเส้นทางรถแข่ง โดยใช้รถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก
6. ผู้จัดการแข่งขัน คณะกรรมการจัดการแข่งขัน World Eco Car Grang Prix in Thailand 2009
7. ผู้สนับสนุน
 - กระทรวงการศึกษา วิทยาศาสตร์ กีฬาและวัฒนธรรมแห่งประเทศไทย
 - การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย
 - กระทรวงอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
 - ราชยานยนต์สมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
8. ผู้ร่วมมือ
 - Association of Private Vocational School (APVS)
 - Clean Energy Alliance (CEA)
 - International Solar car Federation (ISF)
 - Japan EV Club (JEVC)
9. ผู้ส่งเสริม บริษัทอะคูเทคท์ จำกัด
10. คณะกรรมการผู้จัดงาน ประชานกรรมการ นายสุนันท์ ศรีเสนา และ ผู้แทนจากสำนักอาชีวะ
11. สำนักงานจัดการแข่งขัน 57/126 ถนนรังสิตปทุมธานี ซอย 21 ตำบลประชาธิปไตย
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130
โทรศัพท์ : 02-959-3001 โทรสาร : 02-959-3002
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : f-ted@hotmail.com

12. รุ่นการแข่งขัน

open class : หมายถึงรุ่นเฉพาะผู้จับจี้ที่มีอายุไม่ถึง 18 ปีขึ้นไป

ในวันแข่งขันหรือผู้ที่มีการศึกษาสูงกว่ามัธยมปลาย

Junior Class : หมายถึงรุ่นเฉพาะผู้จับจี้ที่มีอายุไม่ถึง 18 ปีในวันแข่งขัน

หรือในกรณีผู้จับไม่สามารถลงแข่งได้ในกรณีที่จำเป็น และทีมที่สมัคร

นั้นใช้ชื่อโรงเรียนโดยมีสมาชิกในทีมเกินกว่าครึ่งที่เป็นนักศึกษาระดับ

มัธยมปลายนั้น จะต้องได้รับอนุญาตในกรณีพิเศษซึ่งผู้จับจะต้องจบ

การศึกษาจากโรงเรียนนั้นๆ

13. ตารางเวลา

30 มิถุนายน 2552

ประกาศระเบียบการแข่งขัน

1 มิถุนายน 2552

ประกาศรับสมัคร

31 สิงหาคม 2552

17:00 ปิดรับสมัคร

5 กันยายน 2552

15:00 ประกาศรายชื่อผู้สมัคร

20-24 ตุลาคม 2552

เปิดสำนักงานเฉพาะกิจ เพื่อตรวจสอบเอกสารและเตรียมความพร้อมที่สนามแข่งขัน

23 ตุลาคม 2552 9:00

ตรวจสภาพรถ ณ สนาม

11:00 ทดสอบการวิ่ง

13:00 บรรยายการแข่งขันแก่ผู้จับแก่ผู้จับ

14:00 คัดเลือกตำแหน่งจุดสตาร์ท

(โดยการจับเวลา)

16:00 เริ่มการแข่งขันวันที่ 1

24 ตุลาคม 2552

10:00 ทดสอบการวิ่ง

14:00 เริ่มการแข่งขันวันที่ 2

18:30 งานประกาศผล และปิดการแข่งขัน

*หมายเหตุ ตารางเวลาอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามกรณี

- 14.ประเภทการแข่งขัน World Econo Move Grand Prix Race
WEC GP Thailand is eligible race for scoring points in 2009 GP series
15. การแยกรถแข่ง 1. รถที่เข้าแข่งขันทุกคนจะได้รับหมายเลขรถ
2. หมายเลขรถ จะตัดสินตามคะแนนหรือลำดับของปีที่ผ่านมา
16. การบรรยาย หัวหน้าทีมและผู้ขับจะต้องเข้ารับฟังการบรรยาย
โดยสถานที่บรรยายจะประกาศให้ทราบภายหลัง
- 17.การประกาศ 1.สิ่งสำคัญนอกจากสารนี้จะดำเนินการประกาศให้ทราบต่อไป
ทางเอกสารที่จัดส่งหรือประกาศให้ทราบเมื่อจัดการบรรยาย
2.กรณีฉุกเฉินจะประกาศให้ทราบ ณ สนามแข่งขัน
- 18.แก้ไขเปลี่ยนแปลง ในกรณีการเปลี่ยนแปลงใดๆในสารนี้ คณะกรรมการผู้จัดงาน
หรือคณะกรรมการตรวจสอบจะเป็นผู้ประกาศให้ทราบก่อน
ดำเนินการ
- 19.ข้อควรทราบ ในกรณีที่สารนี้มีข้อใดไม่เหมาะสมต่อการนำมาควบคุมการ
แข่งขันคณะกรรมการผู้จัดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกรณี
จำเป็น

(การลงทะเบียน)

- 20.คุณสมบัติผู้แข่งขัน เข้าร่วมแข่งขันได้ทุกคนที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 15 ปี
ในวันที่แข่งขัน 23-24 ตุลาคม พ.ศ.2552
- 21.ค่าสมัคร
- 22.ประกัน ผู้เข้าแข่งขันจะต้องมีประกันคุ้มครองในการแข่งขัน

(ระเบียบการแข่งขัน)

การแข่งขันนี้เป็นการแข่งขันเพื่อควบคุมการใช้พลังงานในจำนวนจำกัดเพื่อระยะทางการวิ่งที่มากที่สุดโดยใช้ความสามารถจากการออกแบบยานพาหนะและใช้ประสิทธิภาพในการแข่งขันมากที่สุด

23.สนามแข่งขัน แข่งขัน ณ สนามบางกอกเรซซิ่งเซอร์กิต

24.การแข่งขัน แต่ละทีมจะต้องใช้แบตเตอรี่ตามที่จัดเตรียมไว้ให้ โดยแข่งขัน

ให้ได้ระยะทางมากที่สุดในเวลาที่กำหนด

25.ตรวจสอบสภาพรถ

1.รถที่นำเข้าการแข่งขันทุกคันจะต้องผ่านการตรวจสอบสภาพ

2.การตรวจสอบพลาตินั้นจะต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
โดย

ดูจากความพร้อมและอื่นๆ

3.รถที่ไม่ผ่านการตรวจสอบนั้นถือว่าสละสิทธิ์ในการแข่งขัน

4.รถที่ผ่านการตรวจ แต่ต้องซ่อมแซมตามผู้ตรวจเห็นควรนั้น
จะต้องซ่อมแซมภายในเวลาที่กำหนด

5.เมื่อรถผ่านการตรวจแล้ว ห้ามแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงใดๆ
ทั้งสิ้น

6.เมื่อจบการแข่งขันจนถึงเวลาประกาศคะแนนนั้นรถทุกคัน
จะต้องนำเข้ารับการตรวจสอบอีกครั้งในบริเวณที่กำหนด

26.การคัดเลือก การคัดเลือกตำแหน่งจุดสตาร์ท และหมายเลขรถนั้นจะ

ดำเนินการคัดเลือกโดยการจับเวลาความเร็วก่อนการแข่งขัน

27.จุดสตาร์ท ณ จุดสตาร์ทจะออกตัวพร้อมกันจากตำแหน่งที่กำหนด

28.การขับขี

1.จะต้องวิ่งตามลู่วางที่กำหนดไว้ และต้องวิ่งชิดขวา

2.เพื่อความปลอดภัย เมื่อรถคันหลังจะแซงจะต้องให้แซงตาม
มารยาทการแข่งขัน

3.ห้ามวิ่งย้อนเส้นทางและวิ่งตัดลู่วาง

4.ในกรณีจำเป็นต้องซ่อมระหว่างการแข่งขัน จะต้องเข้าซ่อม
ในบริเวณที่ จำกัดไว้ (Pit) โดยมีกรรมการควบคุม

29.การตัดสิน

- 5.ขอให้ผู้แข่งขันควรทราบว่า ระหว่างการแข่งขัน บางกรณีที่ต้องให้รถพยาบาลหรือรถกรรมการเข้าวิ่งในลู่วิ่ง
- 1.ในการแข่งขันในแต่ละวันใช้ระยะเวลาการแข่งขัน 60 นาทีโดยการนับรอบวิ่ง
 - 2.เมื่อหมดเวลาการแข่งขัน กรรมการผู้ตัดสินจะโบกธง ณ จุดเส้นชัย
 - 3.ผลคะแนนการแข่งขันจะนับรอบเมื่อเข้าจุดเส้นชัย
 - 4.ผลคะแนนในวันที่ 1 จะมีผลต่อการปล่อยตัว ณ จุดสตาร์ทในวันที่ 2 การตัดสินจะตัดสินจากการนับรอบวิ่งที่มากที่สุด ซึ่งกรณีวิ่งเท่ากันจะดูจากเวลาการเข้าเส้นชัย

30.หยุดการแข่งขัน เพื่อความปลอดภัย จำเป็นต้องหยุดการแข่งขัน ตามกรณี

ดังต่อไปนี้

1. ลมแรง
2. ฝนตกหนักกระหน่ำ
3. ที่ไม่สามารถใช้สนามได้ อันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ
4. อื่นๆ เช่น คณะกรรมการเห็นควรว่าไม่สามารถแข่งขันต่อไปได้

31.สัญลักษณ์ธง ธงที่ใช้เป็นสัญลักษณ์ต่างๆในการแข่งขันมีดังต่อไปนี้

1. ธงสตาร์ท : ธงประเทศไทย
2. ธงสีเหลือง : หมายถึงรถคันหน้าวิ่งช้าหรือมีอันตรายกีดขวางด้านหน้าให้ระมัดระวังในการขับขี
3. ธงสีแดง : หมายถึงในลู่วิ่งการแข่งขันนั้นเกิดอุบัติเหตุให้หยุดวิ่ง และทำตามคำสั่งเจ้าหน้าที่
4. ธงสีดำที่มีวงกลมสีส้มตรงกลางพร้อมหมายเลขรถ : แสดงถึงรถมีปัญหาให้เข้าจุดซ่อม (Pit in) และสามารถเริ่มวิ่งต่อได้เมื่อได้รับคำสั่งจากเจ้าหน้าที่

5.ธงสีขาว-ดำ (ครึ่งๆ) พร้อมหมายเลขรถ : แสดงถึงเดือนเมื่อฝึกดึกครั้งที่ 1 เดือน ครั้งที่ 2 หักคะแนน 1 รอบสนาม, ครั้งที่ 3 หักคะแนน 2 รอบสนาม

6.ธงสีดำพร้อมหมายเลขรถ : หมายถึงให้เข้าจุดซ่อม (Pit in) ในรอบถัดไป ซึ่งเป็นการลงโทษ ธงที่ใช้ในข้อ 4,5 และ 6 นั้นสามารถใช้ได้เฉพาะผู้อำนวยการแข่งขัน รองผู้อำนวยการแข่งขัน หรือผู้จัดการสนามเท่านั้นโดยใช้โบก ณ จุดสตาร์ท (Control Line)

32. รางวัล รางวัลชนะเลิศอันดับที่ 1-5จะได้รับถ้วยรางวัล และเงินรางวัล (เงินรางวัลอันดับที่ 1จำนวน 30,000 บาท, อันดับที่ 2 จำนวน 15,000บาท, อันดับที่ 3 จำนวน 10,000 บาท, อันดับที่ 4 จำนวน 5,000 บาท, อันดับที่ 5 จำนวน 3,000 บาท) รางวัลพิเศษจะได้รับถ้วยรางวัลและของที่ระลึก

33.การแต่งการผู้ขับขี่ ในเวลาแข่งขัน จะต้องใส่เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ถุงมือ และหมวกนิรภัย (หมวกนิรภัยจะต้องเป็นหมวกที่ใช้สำหรับรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์โดยเฉพาะ)

34.โครงสร้างตัวรถ ไม่มีการจำกัดในการออกแบบหรือโครงสร้างใดๆ

35.ความยาวรถ ความยาวไม่เกิน 3.0 เมตร, ความกว้างไม่เกิน 1.2 เมตร, ความสูงไม่เกิน 1.6 เมตร

36.น้ำหนัก ไม่จำกัด

37.จำนวนล้อ 3 ล้อ หรือ 4 ล้อ

38. แบตเตอรี่

1. สามารถขอรับแบตเตอรี่ได้ที่จุดสมัครการแข่งขัน
2. ใช้แบตเตอรี่ที่แจก วันละ 2 ลูก รวมทั้งสิ้นจะได้รับคือ 4 ลูก
3. ในการวิ่งจบเวลาคัดเลือกตำแหน่งจุดออกตัวนั้นสามารถใช้แบตเตอรี่อื่นได้
4. ในการแข่งขันของวันที่ 1 และวันที่ 2 นั้นจะต้องใช้แบตเตอรี่ที่ได้รับเท่านั้น

5. สัดส่วนของแบตเตอรี่ ยี่ห้อ FURUKAVA รุ่น FT4L-BS

*ความจุ : 3Ah/10HR

*ความจุ : ความยาว 114 มม.x ความกว้าง 71 มม.x ความสูง 86 มม.

*น้ำหนัก : 1.44 กก.

*แรงดันไฟฟ้า : 12 V

*จะแจ้งให้ทราบต่อไปในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง

6. แบตเตอรี่จะผ่านการชาร์จก่อนทำการแจก

7. สามารถติดตั้งแบตเตอรี่ได้ตามอิสระ แต่ต้องไม่ทำให้หลุดออกได้

8. ห้ามอุ่นแบตเตอรี่ในการแข่งขัน แม้จะเป็นการเตรียมพร้อม

9. นอกเหนือจากแบตเตอรี่แจกเพื่อการแข่งขันแล้ว ห้ามใช้พลังงานใดๆทั้งสิ้น(รวมถึงพลังงานมนุษย์) (ยกเว้นอุปกรณ์อื่นๆที่ติดตั้งโดยสามารถตรวจสอบได้ คืออุปกรณ์วัดความเร็ว แอร์ หน้าปัดน้ำฝน แตร โทรศัพท์ติดตามตัว)

39. Condenser/Capacitor

เครื่องเปลี่ยนก๊าซเป็นของเหลว (Condenser) หรือเครื่องใช้สำหรับเก็บสะสมไฟ (Capacitor) จะต้องปรับให้มีค่าเป็นศูนย์ก่อนเริ่มการแข่งขัน

40.มอเตอร์ ไม่จำกัด

41.การใช้ไฟฟ้า

1. สายไฟที่ใช้นั้นจะต้องวางให้สามารถตรวจสอบได้ เช่น ห้ามเดินท่อเพื่อเก็บสายไฟเข้าท่อ เป็นต้น
2. จะต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าช็อตต่อผู้ขับรถยนต์
3. ในกรณีที่ใช้กระแสไฟเกิน 36 โวลต์ จำเป็นต้องมีป้ายเตือนระวังไฟฟ้าแรงสูง

42. เบรก

1. รถทุกคันจำเป็นต้องติดตั้งระบบเบรก
2. ระบบเบรคนั้นจะต้องเป็นระบบเบรก 2 ล้อ หรือการใช้ระบบแรงกดน้ำมัน

43.การติดตั้งมุมมอง

1. เพื่อความปลอดภัยในการแข่งขันขอให้ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยในการมอง
2. เพื่อที่จะสามารถมองเห็นรถด้านหลัง จึงต้องติดตั้งกระจกมองหลัง 2 บานด้านซ้ายและขวาโดยมีขนาดใหญ่มากเท่าที่จะติดตั้งได้
3. จะมีการตรวจสอบการติดตั้งเมื่อตรวจสภาพรถ ทั้งนี้ในกรณีที่ได้รับความเห็นจากคณะกรรมการว่าอุปกรณ์ไม่สมบูรณ์ รถคันนั้นจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไข

44.ความปลอดภัย

1. ห้ามวางหรือติดตั้งสิ่งใดๆที่ก่อให้เกิดอันตรายทั้งในและนอกตัวรถ
2. อุปกรณ์ที่มีการหมุน (เช่น โช้ เกียร์ เฟือง เป็นต้น) จะต้องมีฝาคคลุม
3. เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน ผู้ขับจะต้องสามารถออกจากรถได้ด้วยตนเองภายใน 15 วินาที
4. เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุชนท้าย จำเป็นต้องติดไฟเบรคหรือไฟกระพริบ (สีแดง) หรือเทปสะท้อนแสง (ขนาด 5x20 cm) เพื่อให้รถคันหลังมองเห็น
5. ในขณะแข่งขัน ผู้ร่วมทีม (ที่ Pit) จะต้องสามารถทำการสื่อสารกับผู้ขับ เพื่อถามถึงสุขภาพของผู้ขับและความเรียบร้อยอื่นๆ ได้ (อาทิเช่น โทรศัพท์ติดตามตัว หรือวิทยุไร้สาย แต่จะต้องมีอุปกรณ์เสริมแฮนด์ฟรี)
6. จะต้องติดตั้งแฮตรอก
7. เพื่อป้องกันการกระแทกศีรษะในกรณีรถคว่ำหรือประสบอุบัติเหตุ จำเป็นต้องติดตั้งโครงกันขยุบ (Roll Bar) ของคันรถ

45.สติ๊กเกอร์หมายเลข

1. ผู้แข่งขันจะได้รับสติ๊กเกอร์หมายเลขการแข่งขันจำนวน 2 แผ่น ซึ่งรถที่เข้าแข่งขันจะต้องติดสติ๊กเกอร์บริเวณทั้งด้านซ้ายและด้านขวาให้เด่นชัด
2. สติ๊กเกอร์หมายเลขการแข่งขันมีขนาด 30 ซม. x 30 ซม.

46. ผิดกติกา กรณีต่อไปนี้คือ ผิดกติกา

1. ในกรณีที่ใช้มือหรือขา ผลัก/ดัน เพื่อให้รถเคลื่อน (สามารถใช้มือหรือขาได้ เฉพาะเมื่อได้รับคำสั่งจากคณะกรรมการเท่านั้น)
2. กรณีที่ทำเบตเตอร์รีฟ้งโดยตั้งใจ
3. กรณีที่การแข่งขันหรือวิ่งจบเวลานั้นไปชนรถคันอื่นจนต้องทำให้ฝ่ายตรงข้ามนั้นเสียหายหรือต้องออกจากการแข่งขัน
4. กรณีที่ใช้พลังงานอื่นๆนอกจากเบตเตอร์รีฟที่แจก
5. กรณีที่ไม่เชื่อฟังคำสั่งการกรรมการตัดสิน
6. กรณีที่กรรมการตัดสินเห็นว่ากระทำผิดระเบียบ

47. ความปลอดภัย

1. ห้ามก่อไฟ หรือใช้วัตถุที่ทำให้เกิดไฟ ในบริเวณสนามแข่งขัน
2. ควรตรวจสอบและดำเนินการว่าโครงสร้างของรถ(รวมถึง Pit และ Paddock) นั้นจะต้องไม่ติดไฟ

48. ผู้ร่วมแข่งขันพิเศษ ในการแข่งขันอาจมีผู้เข้าร่วมการแข่งขันที่ได้รับเชิญพิเศษในบางกรณี

49. สิทธิทรัพย์สินภาพ คณะกรรมการผู้จัดงานขอสงวนลิขสิทธิ์ภาพถ่ายรถยนต์และผู้ขับสำหรับการเผยแพร่ทางโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ หรือนิตยสาร เป็นต้น ทั้งนี้ จำเป็นต้องแจ้งต่อคณะกรรมการผู้จัดการทราบในกรณีจำเป็นต้องเผยแพร่ เพื่อรับการสนับสนุนต่อไป

50. โฆษณา

1. สามารถติดป้ายโฆษณาต่างๆลงในตัวรถได้
2. ห้ามติดป้าย รูปภาพ หรือตัวอักษรที่ไม่สุภาพ

51. ส่วนเพิ่มเติม ผู้เข้าร่วมการแข่งขันและทีมทุกคนจะต้องทำตามระเบียบของการแข่งขันและเชื่อฟังคณะกรรมการ