

หน่วยที่ 8

ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายระบบขับเคลื่อน 4 ล้อบางเวลาได้
2. อธิบายระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลาได้
3. อธิบายระบบล้อคดิฟเฟอเรนเชียลกลางรุ่น HF2A ได้

บทนำ

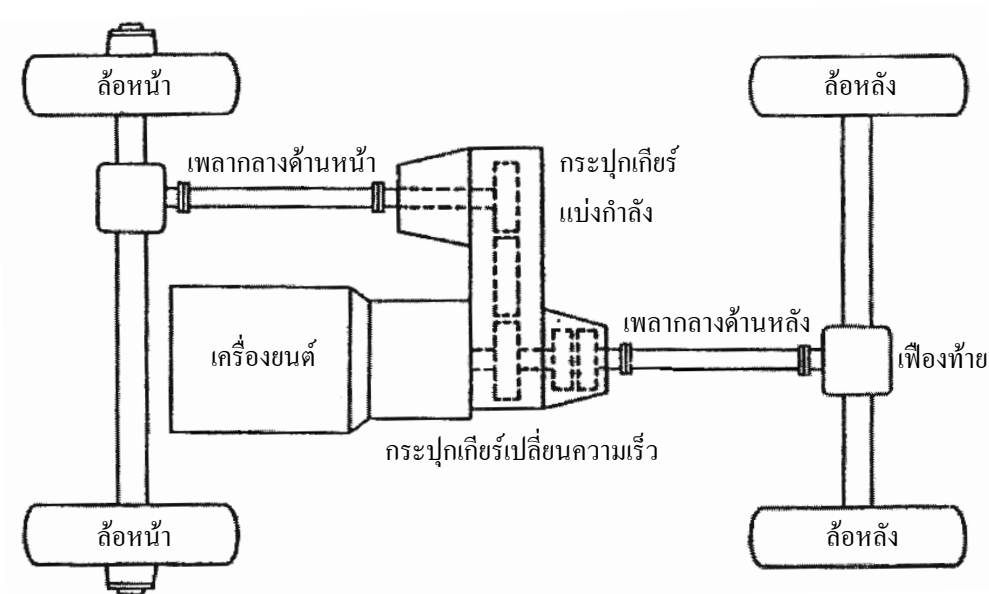
รถยนต์ขับเคลื่อน 4 ล้อ หรือรถออฟโรด (OFF Road) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ รถตู้และรถกระบะ รถยนต์ขับเคลื่อน 4 ล้อ หมายถึง รถยนต์ที่ขับเคลื่อน 4 ล้อไม่ตลอดเวลา เป็นรถยนต์ที่สามารถใช้งานได้ในเมืองและท้องถิ่นทุรกันดารรวมทั้งในป่าเขา ทรหดกับทุกสภาพพื้นที่

8.1 ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อบางเวลา (Part Time 4 WD)

รถออฟโรดเน้นความแข็งแรงเป็นหลัก ระบบเครื่องล่างไม่ค่อยนิ่มนวล ในปัจจุบันระบบเครื่องล่างออกแบบให้มีความนิ่มนวล ขีดเกาะถนนได้ดี และแข็งแรงทนทาน

8.1.1 ตำแหน่งเกียร์ต่าง ๆ ของกระปุกเกียร์แบ่งความเร็วระบบขับเคลื่อน 4 ล้อบางเวลา

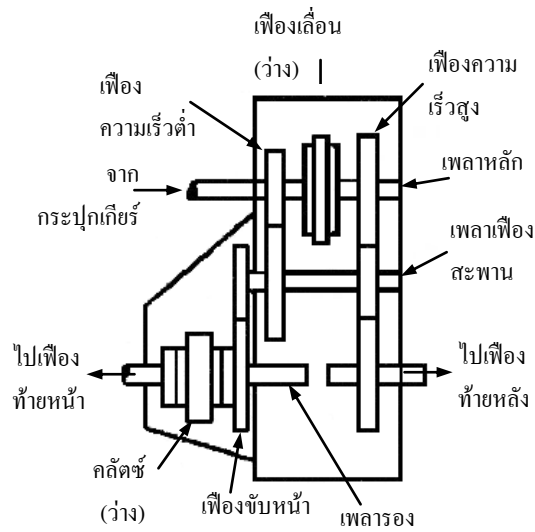
รถขับเคลื่อน 4 ล้อ มีทั้งแบบมาตรฐานและแบบรถบรรทุกเล็ก (Pick-up) มีการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อของรถมีให้เลือกใช้ขับเคลื่อนปกติ 2 ล้อ หรือขับเคลื่อน 4 ล้อ ด้วยกระปุกเกียร์แบ่งกำลัง (Transfer Case) ดังแสดงในรูปที่ 8.1 โดยมีตำแหน่งเกียร์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



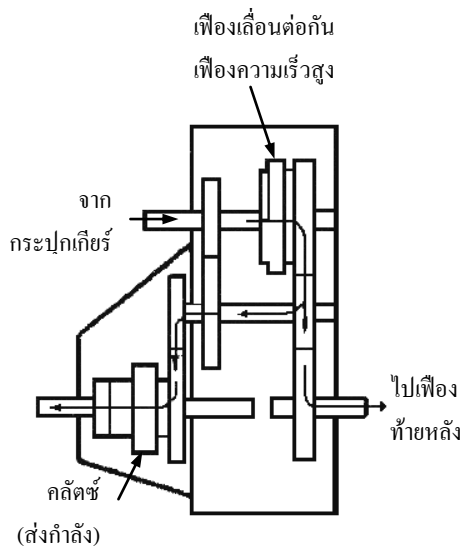
รูปที่ 8.1 แสดงส่วนประกอบของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อบางเวลา

1) ตำแหน่งเกียร์ว่าง (Neutral) รูป 8.2 ประกอบ

ตำแหน่งเกียร์ว่างเฟืองจะเลื่อนสวมอยู่กับเพลากลาง และเคลื่อนที่ไปได้ตามร่องจำปาของเพลากลางเมื่อเฟืองเลื่อนอยู่ตำแหน่งเกียร์ว่าง การส่งกำลังจากกระปุกเกียร์ขับเคลื่อนเพลากลาง (Main Shaft) เพลากลางจึงหมุนตัวเปล่าโดยไม่มีการส่งกำลัง



รูปที่ 8.2 แสดงกระจุกเกียร์แบ่งกำลังตำแหน่งเกียร์ว่าง



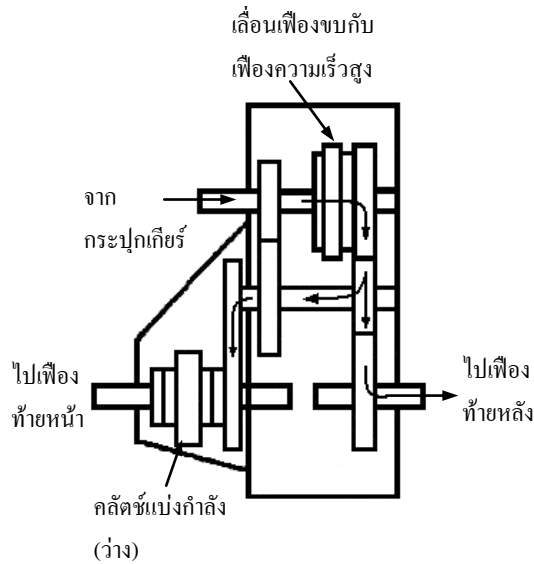
รูปที่ 8.3 แสดงกระจุกเกียร์แบ่งกำลังตำแหน่งขับ 4 ล้อ ความเร็วสูง

2) ตำแหน่งขับ 4 ล้อ ความเร็วสูง (High Range 4 Wheel Drive) ดูรูป 8.3 ประกอบ

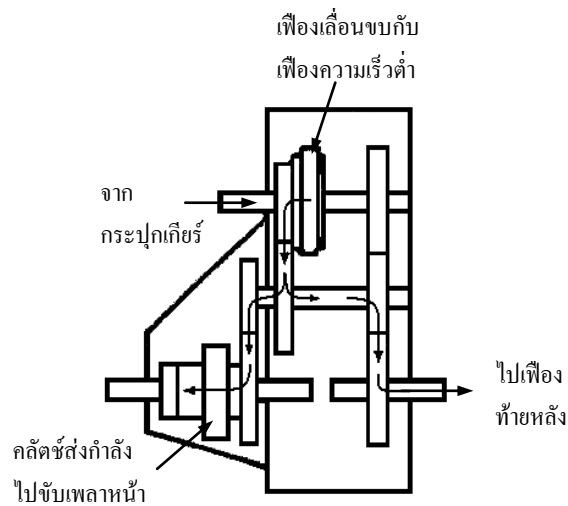
เฟืองเลื่อน ไปต่อกับเฟืองความเร็วสูง (High Range Gear) ส่งกำลังจากกระจุกเกียร์ → เพลาหลัก → เฟืองเลื่อน → เฟืองความเร็วสูง → เฟืองสะพาน → ไปเฟืองท้ายหน้า (Front Differential) และเฟืองท้ายหลัง (Rear Differential) ด้วยความเร็วเท่าเดิมเพราะเฟืองมีขนาดเท่ากัน

3) ตำแหน่งขับ 2 ล้อความเร็วสูง รูป 8.4 ประกอบ

ตำแหน่งขับ 2 ล้อความเร็วสูงมีลำดับการส่งกำลังยังคงเหมือนตำแหน่งขับ 4 ล้อความเร็วสูง เพียงแต่คลัตช์แบ่งกำลังไม่ส่งกำลัง ไปเฟืองท้ายหน้า 2 ล้อหน้าจึงไม่มีแรงขับเคลื่อนจะมีแรงขับเคลื่อนเฉพาะ 2 ล้อหลัง



รูปที่ 8.4 แสดงกระปุกเกียร์แบ่งกำลังตำแหน่งขับ 2 ล้อความเร็วสูง



รูปที่ 8.5 แสดงกระปุกเกียร์แบ่งกำลังตำแหน่งขับ 4 ล้อความเร็วต่ำ

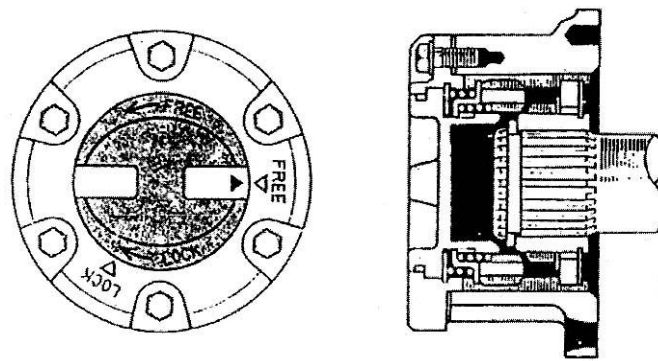
4) ตำแหน่งขับ 4 ล้อความเร็วต่ำ (Low Range 4 Wheel Drive) รูป 8.5 ประกอบ

ตำแหน่งขับ 4 ล้อความเร็วต่ำ เฟืองเลื่อนจะเปลี่ยนตำแหน่ง เลื่อนไปต่อกับเฟืองความเร็วต่ำ ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเฟืองความเร็วสูงครึ่งหนึ่ง จึงมีการส่งกำลังไปเฟืองท้ายหน้าและเฟืองท้ายหลังด้วย อัตราทด 2 ต่อ 1

8.1.2 กลไกล็อกล้อหน้า

กลไกล็อกล้อหน้า สามารถแบ่งออกตามลักษณะได้เป็น 2 แบบ คือ แบบธรรมดาและแบบใช้คันเกียร์แบ่งกำลัง

1. กลไกล็อกล้อหน้าแบบธรรมดา (Free-Wheeling Hubs) กลไกล็อกล้อ ดังแสดงในรูปที่ 8.6 หน้าทำหน้าที่ตัดกำลังระหว่างเพลาน้ำกับล้อหน้าเพลาน้ำและชุดเฟืองท้ายจะไม่หมุน จะช่วยให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงลดเสียงดัง และลดการสึกหรอของเพลาน้ำกับเฟืองท้ายหน้า เมื่อเลื่อนเกียร์แบ่งกำลังไปใช้ในตำแหน่ง 2H จะต้องเลื่อนตำแหน่งหัวคูล์ล็อกล้อหน้าไปที่ “FREE” ทั้ง 2 ข้าง และเมื่อจะใช้เกียร์แบ่งกำลังในตำแหน่ง 4H หรือ 4L จะต้องเลื่อนหัวคูล์ล็อกล้อหน้าไปที่ตำแหน่ง “LOCK” ทั้ง 2 ข้าง เช่นกัน



รูปที่ 8.6 แสดงกลไกล็อกล้อหน้าแบบธรรมดา

2. กลไกล็อกล้อหน้าโดยใช้คันเกียร์แบ่งกำลัง

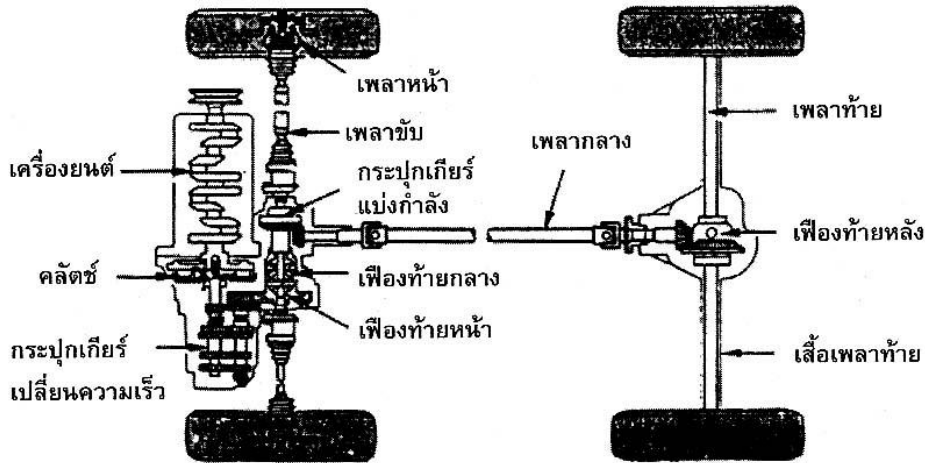
การใช้กลไกล็อกล้อหน้าแบบคันเกียร์แบ่งกำลัง แบ่งการทำงานได้ตามตำแหน่งดังต่อไปนี้
2 H : ขับเคลื่อน 2 ล้อหลังเร็ว (2H) เป็นตำแหน่งที่ใช้งานปกติ บนสภาพถนนที่แห้งและแข็ง

4 H : ขับเคลื่อน 4 ล้อเร็ว (4H) เป็นตำแหน่งที่ใช้เมื่อต้องการกำลังที่สูงกว่าการขับเคลื่อนด้วย 2 ล้อ ให้ใช้ขับเคลื่อน 4 ล้อเร็วในสภาพที่ลื่นไถล เปียก ที่เป็นโคลนตม หรือตามสภาพภูมิประเทศที่ไม่ใช่ถนนปกติ

4 L : ขับเคลื่อน 4 ล้อช้า (4L) ใช้ขับตามภูเขาที่ลาดชันหรือขับตามภูมิประเทศทุรกันดาร

8.2 ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา (Full-Time 4 WD)

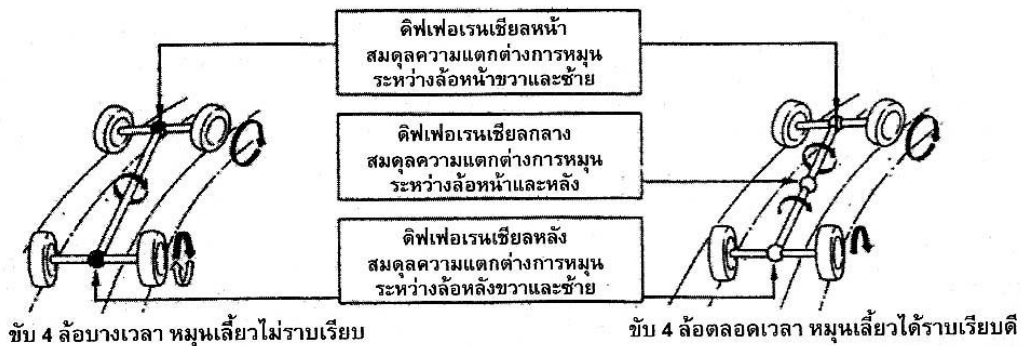
ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา ในปัจจุบันได้ออกแบบใช้สำหรับรถนั่ง ส่วนประกอบหลักเหมือนรถทั่วไป ส่วนเพิ่มเติม คือ เฟืองท้ายกลาง (Center Differential) ดังแสดงในรูปที่ 8.7



รูปที่ 8.7 แสดงระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา

8.2.1 การทำงานของเฟืองท้ายกลาง

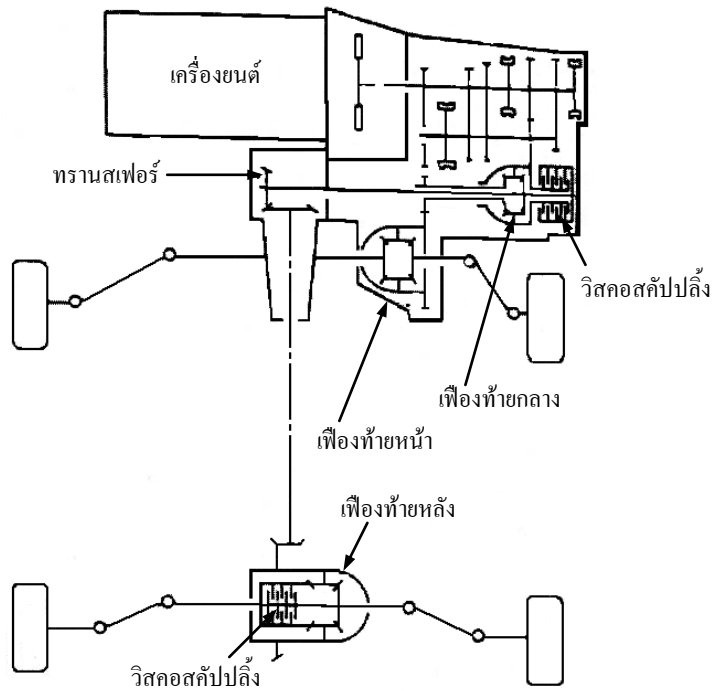
เฟืองท้ายกลาง จะติดตั้งไว้ที่เฟลาขับล้อหน้า หรือที่เฟลากกลาง การนำเฟืองท้ายกลางใส่ระหว่างเฟืองท้ายหน้าและเฟืองท้ายหลัง เพื่อกระจายกำลังขับส่งไปหน้า-หลัง ทำให้ล้อหมุนได้ง่ายไม่เกิดอาการเอี้ยวตัว ขจัดอาการเบรกในขณะที่เลี้ยวรัศมีแคบ ดังแสดงในรูปที่ 8.8



รูปที่ 8.8 แสดงการกระจายกำลังขับส่งไปหน้า-หลังของเฟืองท้ายกลาง

8.2.2 การควบคุมเฟืองท้ายกลางโดยใช้คลัตช์น้ำมัน

คลัตช์น้ำมันหรือคัปปลิ่ง คู่ส่วนประกอบได้จากรูปที่ 8.9 ซึ่งประกอบด้วยแผ่นคลัตช์ฟิโนนอกและแผ่นคลัตช์ฟิโนในวางสลับกัน บรรจุน้ำมันซิลิโคน (Silicone Oil) ป้องกันผลกระทบจากแรงย้อนกลับจากล้อถึงกระจุกเกียร์ และทำหน้าที่จำกัดการหมุนฟรีของล้อรถ โดยมีการควบคุมในตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 8.9 แสดงส่วนประกอบของคลัตช์น้ำมัน

- 1) ตำแหน่งขับเคลื่อนปกติ (During Normal Driving)
 การขับเคลื่อนปกติของล้อทั้ง 4 หมุนด้วยความเร็วใกล้เคียงกัน คลัตช์น้ำมันไม่ต้องกระจายแรงบิดไปยังเฟืองท้ายทั้ง 3 ตัว ส่งถ่ายกำลังให้ทุกล้อเท่ากัน
- 2) ตำแหน่งขับเคลื่อนทางโค้ง (During a Sharp Turn)
 ความเร็วของล้อที่แตกต่างกันจะทำให้การเคลื่อนที่ไม่คล่องตัว คลัตช์น้ำมันจะช่วยกระจายแรงไปยังเฟืองท้ายทั้ง 3 ลูก ให้เกิดการสมดุลซึ่งจะทำให้การเคลื่อนที่คล่องตัวขึ้น
- 3) ตำแหน่งออกรถหรือเร่งแซง
 จุดศูนย์กลางถ่วงของรถ (Center of Gravity) จะเลื่อนไปเพิ่มทางด้านล้อหลัง แต่ลดทางด้านล้อหน้า เฟืองท้ายกลางลดกำลังที่ส่งไปขับเคลื่อนล้อหลัง คลัตช์น้ำมันจะเป็นตัวจำกัดความเร็วการหมุนเพื่อรักษาสมรรถนะการออกรถหรือเร่งแซงรถ
- 4) ตำแหน่งล้อหมุนฟรี (Spinning)
 ในกรณีขับเคลื่อนบนถนนลื่น หรือล้อใดล้อหนึ่งหมุนฟรี การส่งถ่ายกำลังขับเคลื่อนจะลดลง ความแตกต่างความเร็วรอบของล้อจะต่างกัน คลัตช์น้ำมันจะจำกัดแรงบิดแล้วส่งถ่ายกำลังไปยังล้อที่ไม่หมุนฟรี

8.2.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา

ข้อดีของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา

- 1) ให้สมรรถนะการขับเคลื่อนบนถนนเปียกดีขึ้นได้ดี
- 2) ให้สมรรถนะการขับเคลื่อนบนทางวิบากได้ดี
- 3) ให้สมรรถนะการไต่เขาได้ดี
- 4) มีเสถียรภาพในการเลี้ยวโค้งและทรงตัวขณะเบรกได้ดี
- 5) ให้สมรรถนะในการออกตัวและอัตราเร่งดี
- 6) รักษาเสถียรภาพในแนวเส้นตรงและการโคลงตัวได้ดี

ข้อเสียของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา

- 1) มีแรงสั่นสะเทือนมากขึ้น
- 2) มีเสียงดังเพิ่มขึ้น
- 3) ตัวรถมีราคาสูงขึ้น
- 4) สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- 5) มีชิ้นส่วนเพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักมากขึ้น
- 6) โครงสร้างของกระปุกเกียร์แบ่งกำลังและชุดเฟืองท้ายมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น

8.2.4 สมรรถนะของรถขับเคลื่อน 4 ล้อตลอดเวลา

8.2.4.1 สมรรถนะบนถนนเปียกหรือทางวิบาก

คุณลักษณะเด่นของรถขับเคลื่อน 4 ล้อ คือ สามารถขับไปได้บนทางวิบากมากกว่ารถขับเคลื่อน 2 ล้อไม่สามารถไปได้ เพราะล้อทั้ง 4 ทำหน้าที่ขับไปด้วยกัน เมื่อล้อหน้าพบสิ่งกีดขวางล้อหลังจะทำหน้าที่ผลักช่วยให้อล้อหน้าสามารถเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางเหล่านั้น หรือหากล้อหลังตกลงไปในหลุมโคลน ล้อหน้าก็จะดึงล้อหลังขึ้นมา

การขับเคลื่อนที่มีระดับสูงต่ำแตกต่างกัน ล้อหน้าและล้อหลังของรถที่ขับเคลื่อน 4 ล้อ จะช่วยกันขับไปข้างหน้า ทำให้รถยกตัวขึ้นในแนวตั้งช่วยให้อรถสามารถผ่านไปบนที่มีระดับต่างกันได้

8.2.4.2 สมรรถนะในการไต่เขา

สมมติ กำลังสูงสุดที่กระทำกับยางทั้ง 4 เส้น เกิดขึ้นที่เกียร์ 1 ประมาณ 500 กก. ความต้านทานการไต่ประมาณ 450 กก. จึงสามารถไต่ขึ้นเขาได้ ส่วนกรณีของรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่ขับเคลื่อนเฉพาะล้อหน้า (FF) หรือล้อหลัง (FR) กำลังที่เกิดขึ้นที่ข้างหน้า (หรือข้างหลัง) จะมีค่าประมาณ 300 กก. มีค่าน้อยกว่าความต้านทานในการไต่เขา ดังนั้นจะหมุนฟรีได้

สำหรับรถขับเคลื่อน 4 ล้อ แรงขับรวมทั้งหมดจะได้ประมาณ 600 กก. ซึ่งมีค่าสูงกว่าความต้านทานในการไต่เขา ทำให้รถที่ขับเคลื่อน 4 ล้อ สามารถไต่ขึ้นเขาได้

8.2.4.3 สมรรถนะในการออกตัว และอัตราการเร่งการขับเคลื่อน 4 ล้อ

กำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนรถถูกส่งผ่านทางชุดขับเคลื่อนและส่งผ่านล้อจนสุดท้ายถึงผิวถนน กำลังขับนี้มีปริมาณจำกัด ขึ้นอยู่กับความสามารถของยางในการยึดเกาะผิวถนนถ้ากำลังที่ส่งผ่านจากเครื่องยนต์มีปริมาณมากกว่าความสามารถในการยึดเกาะระหว่างยางและผิวถนน กำลังส่วนเกินนี้จะทำ

ให้ยางหมุนฟรีบนถนน ดังนั้นสมรรถนะของการขับเคลื่อนรถส่วนใหญ่ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการยึดเกาะกับถนน

รถที่ขับ 2 ล้อ กำลังจากเครื่องยนต์จำกัดโดยความสามารถในการยึดเกาะของยางที่ใช้ ขับเพียง 2 เส้นเท่านั้น ถ้าเป็นการขับ 4 ล้อกำลังจากเครื่องยนต์จะส่งไปขับล้อทั้ง 4 การยึดจับระหว่างยางและผิวถนนก็จะเพิ่มมากขึ้น สามารถเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังมากขึ้นได้

8.2.5 การรักษาเสถียรภาพของรถขับ 4 ล้อตลอดเวลา

8.2.5.1 การรักษาเสถียรภาพในแนวเส้นตรงกับการขับ 4 ล้อ

ความสามารถในการยึดเกาะของยางจะใช้ประโยชน์ในการขับเคลื่อนรถแล้ว และยังปรารถนารักษาสภาพการขับขี่ในแนวเส้นตรงไว้ได้อีกด้วย ที่เป็นดังนี้เพราะเมื่อกำลังจากเครื่องยนต์ที่ถ่ายทอดสู่ยางซึ่งกระทำกับผิวถนนมีค่าน้อยกว่าความสามารถในการยึดเกาะของยาง ความสามารถในการยึดเกาะของยางส่วนเกินจะช่วยให้รักษาให้ขับขี่ในแนวเส้นตรงไว้ ลองมาเปรียบเทียบความสามารถในการยึดเกาะของรถที่ขับ 4 ล้อ กับ 2 ล้อ โดยให้รถทั้งสองใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังเท่ากัน ในระบบการขับ 4 ล้อ กำลังของเครื่องยนต์จะเฉลี่ยไปให้ล้อทั้ง 4 เท่าๆ กัน ล้อทั้ง 4 มีความสามารถการใช้ประโยชน์จากความสามารถในการยึดเกาะมากกว่าการขับ 2 ล้อ จะช่วยรักษาทิศทางของรถให้อยู่ในแนวเส้นตรง

การขับขี่รถไปตามทางวิบาก สภาพของผิวถนนจะเปลี่ยนไปตลอดเวลา สำหรับรถที่ขับ 4 ล้อแบบตลอดเวลา ดิฟเฟอเรนเชียลทั้ง 3 ชุด จะสมดุลความแตกต่างของความเร็วการหมุนของล้อ อันเนื่องมาจากสภาพของถนนเปลี่ยนแปลงไป และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ ไปยังถนนโดยผ่านทางล้อทั้ง 4 อีกด้วย ด้วยเหตุผลการขับ 4 ล้อแบบตลอดเวลาจึงมีผลในแง่เสถียรภาพในการรักษาทิศทางที่ดีเยี่ยมที่สุด

8.2.5.2 ความมีเสถียรภาพในขณะเลี้ยวของการขับ 4 ล้อ

การขับ 4 ล้อ จะจ่ายกำลังไปที่ล้อทั้ง 4 เท่ากัน แรงยึดเกาะที่ยางจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดมากกับปริมาตรกำลังที่ส่งผ่านไปให้กับถนน เมื่อกำลังมีค่ามากขึ้น แรงที่กระทำกับยางในขณะเลี้ยว จะมีแนวโน้มที่จะลดลง และในทางกลับกัน เมื่อกำลังมีค่าน้อยลง แรงที่กระทำกับยางในขณะเลี้ยว มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น เมื่อกำลังยางที่แต่ละเส้นส่งถ่ายไปน้อยลง ความสามารถในการเข้าเลี้ยวก็จะมากขึ้น ทำให้เพิ่มขีดจำกัดของการเลี้ยวให้สูงขึ้น

กรณีของการขับ 4 ล้อบางเวลา จะไม่มีประสิทธิภาพในการเลี้ยวเหมือนกับรถขับ 4 ล้อตลอดเวลา เนื่องจากเกิด “อาการเบรกในขณะทำการเลี้ยววงเลี้ยวแคบๆ” จากเหตุผลดังกล่าว

ในทางตรงกันข้ามหากการขับ 4 ล้อตลอดเวลา ชุดเฟืองท้ายจะสมดุล “อาการเบรกขณะเลี้ยวด้วยวงเลี้ยวแคบๆ” สามารถเลี้ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการควบคุมในขณะเลี้ยว หรือการเปลี่ยนช่องทางจราจรในสภาพที่ถนนเปียกชื้น จึงสามารถทำได้อย่างยอดเยี่ยม

8.2.5.3 การเกิดอาการเบรกขณะเลี้ยวด้วยวงเลี้ยวแคบๆ

การเกิดอาการเบรกขณะเลี้ยวด้วยวงเลี้ยวแคบ ๆ ตัวอย่างเช่น เมื่อรถเลี้ยวล้อหน้าต้องหมุนมากกว่า คือ ต้องหมุนเร็วกว่าล้อหลัง ความเร็วที่แตกต่างกันระหว่างล้อหน้าซ้ายและล้อหน้าขวาจะสมดุลโดยดิฟเฟอเรนเชียลหน้า ส่วนของล้อคู่หลังโดยดิฟเฟอเรนเชียลหลัง หากเพลาหน้า และเพลาหลังต่อกันโดยตรงด้วยเพลาขับเคลื่อนที่แตกต่างกันของเพลาหน้า และเพลาหลังจะไม่มีอะไรสมดุล หากถนนมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน(μ) ต่ำ ล้อใดล้อหนึ่งจะเกิดการลื่นไถล สมดุลความเร็วรอบที่แตกต่างกัน ของเพลาหน้า และเพลาหลังไว้ แต่ถ้าหากถนนดีจะก่อให้เกิด “อาการเบรกขณะเลี้ยวด้วยวงเลี้ยวแคบๆ” เมื่อความดันลมยางล้อหน้าและล้อหลังไม่เท่ากัน ดอกยางสึกไม่เท่ากัน หรือความต้านทานของถนนไม่สม่ำเสมอก็จะเกิดอาการที่คล้ายกับการเบรกนี้ได้เช่นกัน

วิธีหนึ่งที่จะใช้สมดุลความแตกต่าง ของความเร็วรอบระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง ก็คือ ใช้การขับ 4 ล้อ แบบตลอดเวลา ซึ่งจะมีดิฟเฟอเรนเชียลกลางทำหน้าที่นี้

8.3 ระบบล็อกดิฟเฟอเรนเชียลกลางรุ่น HF2A


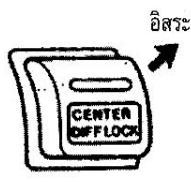



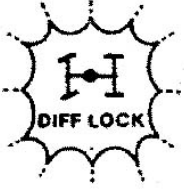

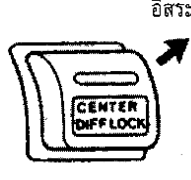
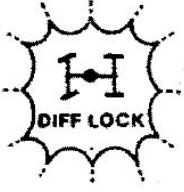
8.3.1 คุณลักษณะล็อกดิฟเฟอเรนเชียลกลาง

ระบบการล็อกดิฟเฟอเรนเชียลกลางเป็นการล็อกแบบกลไก เพื่อบังคับให้มีการส่งถ่ายกำลังไปยังชุดดิฟเฟอเรนเชียลหน้าและหลังเมื่อล้อใดล้อหนึ่งใน 4 ล้อ หรือคู่หน้าหรือคู่หลังเริ่มหมุนฟรีในโคลน กำลังทั้งหมดจะส่งไปยังล้อที่หมุนฟรีเหล่านั้นแทนที่จะถ่ายทอดไปยังผิวถนนผลที่ตามมาคือ รถจะติดอยู่ในโคลน

กรณีเช่นนี้ ผู้ขับขี่สามารถทำการล็อกชุดดิฟเฟอเรนเชียลกลาง เพื่อบังคับการส่งถ่ายกำลัง ให้ส่งไปยังล้อที่มีได้หมุนฟรี รถจะได้ผลออกจากโคลนได้

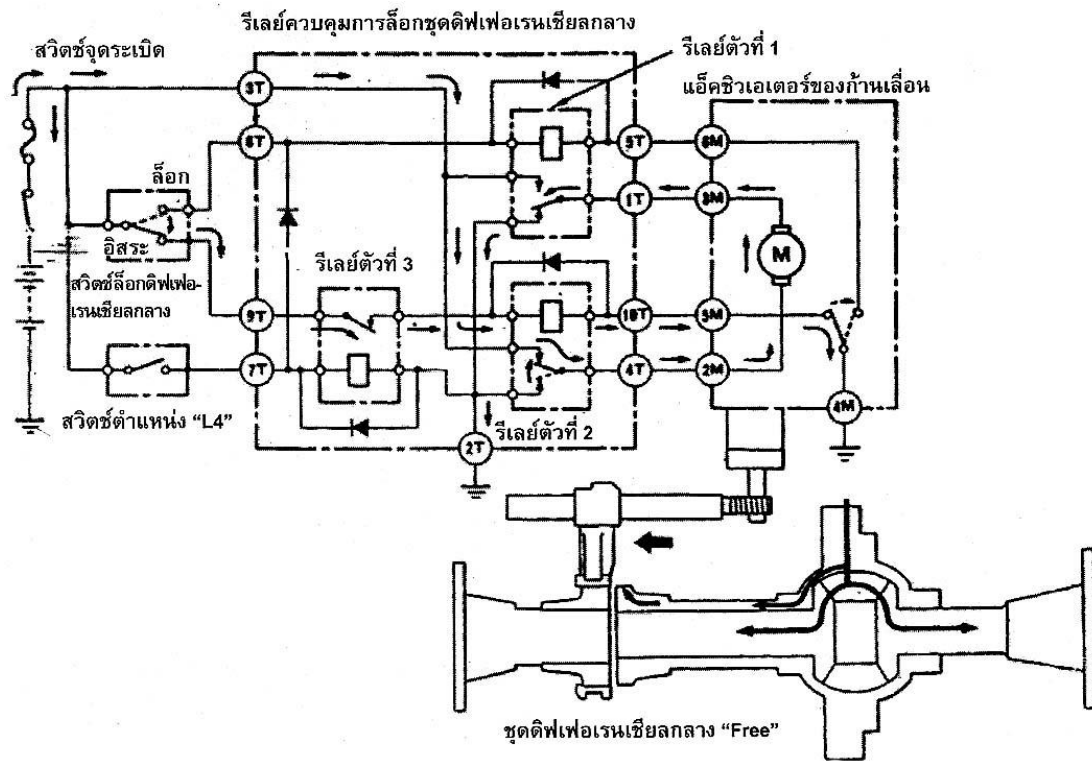
8.3.2 ลักษณะสำคัญของกลไกสลับเปลี่ยนตำแหน่ง ดูในตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 แสดงตำแหน่งการขับเคลื่อน

	คันเลื่อน ตำแหน่ง H < -- > L	สวิทช์ล็อกชุด ดิฟเฟอเรนเชียล กลาง	ไฟสัญญาณแสดง การล็อกดิฟเฟอเรน เชียลกลาง	ลักษณะการใช้ แต่ละตำแหน่ง
ตำแหน่ง “H” แบบขับ 4 ล้อ ตลอดเวลา	H 		OFF  ล็อกดิฟเฟอเรนเชียล	ใช้สำหรับการขับ ปกติ
ตำแหน่ง “H” แบบขับ 4 ล้อและ ล็อกชุดดิฟเฟอเรน เชียลกลาง			ON 	ใช้ขณะขับบน ถนนเป็นโคลน หรือบนทราย
ตำแหน่ง “L” แบบขับ 4 ล้อและ ล็อกชุดดิฟเฟอเรน เชียลกลาง	L 			ใช้เมื่อต้องการ กำลังมากๆ เช่น ในขณะขับขึ้นเขา

1) สวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียลกลาง “FREE” คันเลื่อนชุดทรานสเฟอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่ง “Hi”

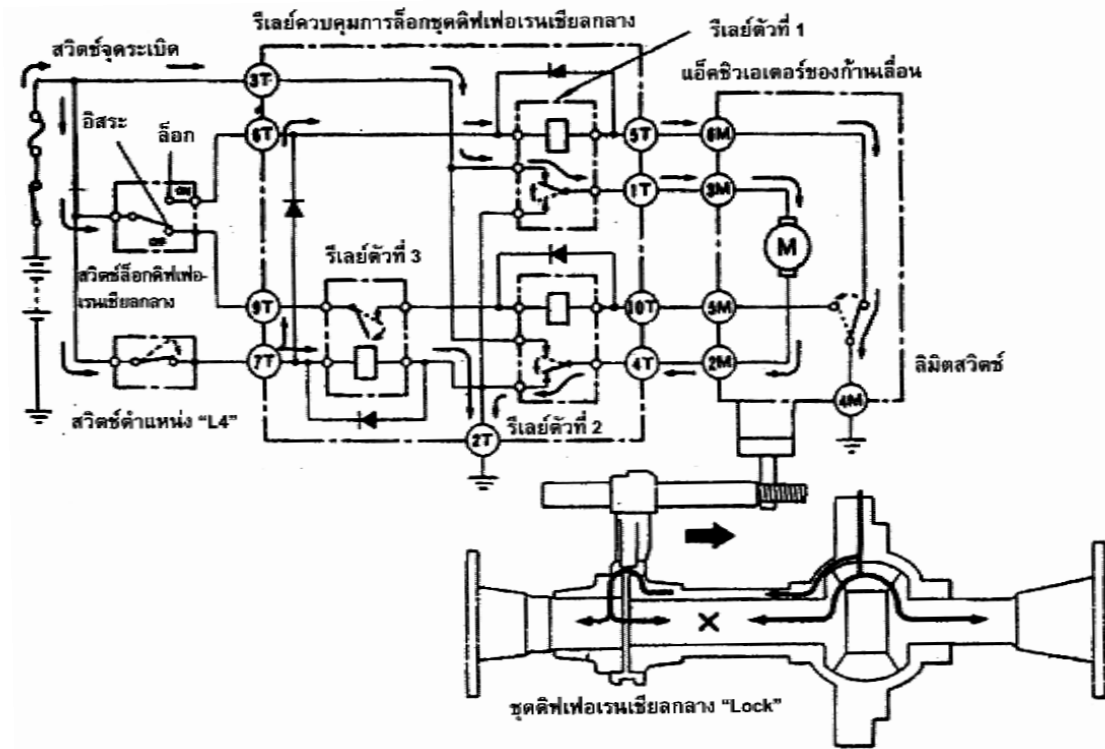
ถ้าสวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียลกลางอยู่ที่ “FREE” ในขณะที่คันเลื่อนชุดทรานสเฟอร์ไปที่ตำแหน่ง “Hi” จะมีกระแสไฟไหลจากสวิทช์ไปยังขั้ว 9T (รีเลย์ตัวที่ 3 โซเลนอยด์รีเลย์ ตัวที่ 2 ขั้ว 10T ขั้ว 5M ลิมิตสวิทช์ (Limit Switch) ขั้ว 4M ลงดิน และรีเลย์ตัวที่ 2 จะทำงานให้คอนแทคต่อกระแสไฟฟ้าจากสวิทช์จุดระเบิดจะไหลไปยังขั้ว 3T รีเลย์ตัวที่ 2 ขั้ว 4T ขั้ว 2M มอเตอร์ ขั้ว 3M ขั้ว 1T ขั้ว 2T ลงดิน ทำให้มอเตอร์ของแอ็คซิวนอเตอร์ของก้านเลื่อนหมุนไปเลื่อนเพลาก้ามปู และปล่อยดิฟเฟอเรนเชียลกลางเป็นอิสระเมื่อแอ็คซิวนอเตอร์ของก้านเลื่อนหมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งอิสระ หน้าสัมผัสของลิมิตสวิทช์ที่ติดตั้งในแอ็คซิวนอเตอร์ของก้านเลื่อนจะตัดการต่อวงจรลงดิน ซึ่งรวมทั้งรีเลย์ตัวที่ 2 ด้วย และรีเลย์ตัวที่ 2 “OFF” กระแสไฟที่ขั้วมอเตอร์จะหยุดไหลเป็นผลให้กำลังจ่ายไปยังทั้ง 4 ล้อ อย่างเท่า ๆ กัน โดยดิฟเฟอเรนเชียลกลางจะสมดุลความแตกต่างความเร็วรอบของการหมุนระหว่างล้อหน้า และล้อหลัง ดังแสดงในรูปที่ 8.10



รูปที่ 8.10 แสดงการทำงานตำแหน่งสวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียลเฟอเรนเชียล “FREE” และคันเลื่อนชุดทรานสเฟอร์ไปอยู่ตำแหน่ง “Hi”

2) สวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียล “FREE” คันเลื่อนชุดทรานสเฟอร์ไปอยู่ที่ “Lo”

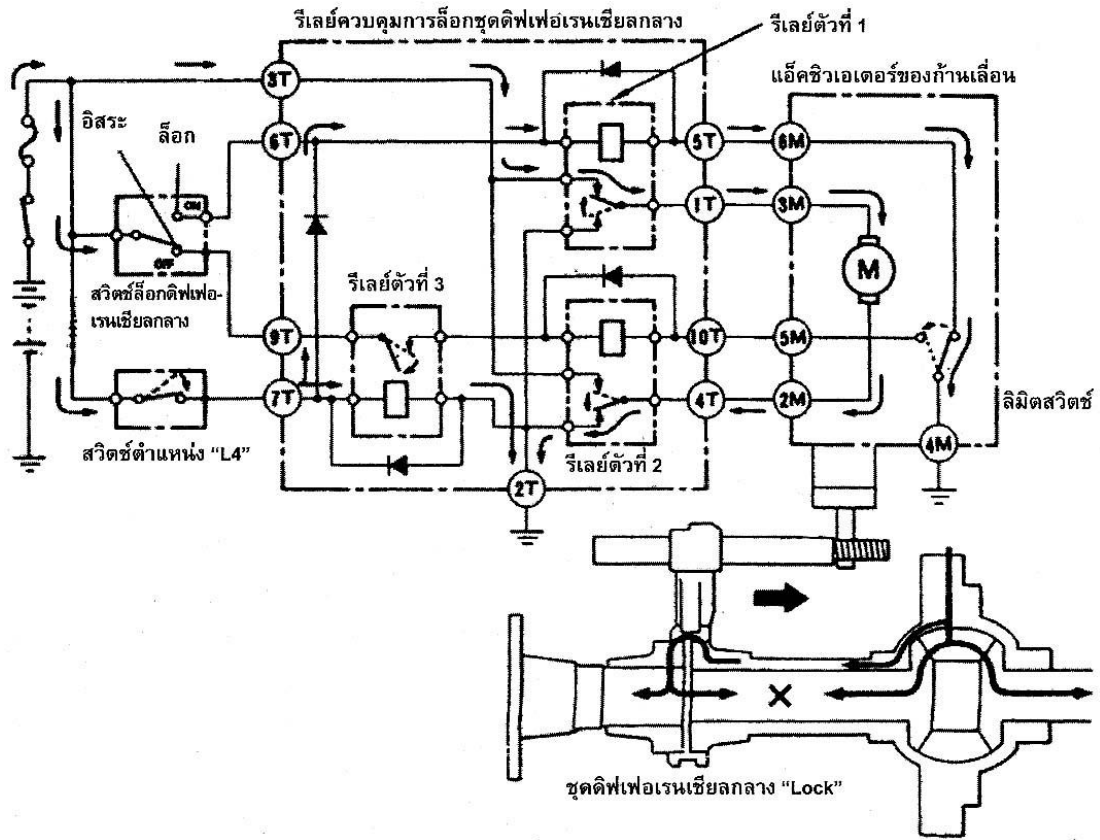
รูปที่ 8.11 ประกอบ ถ้าคันเลื่อนไปตำแหน่ง “Lo” แต่สวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียลยังคง “off” ทำให้สวิทช์ L4 (ขับ 4 ล้อแบบความเร็วต่ำ) ต่อบางจร กระแสไฟจากสวิทช์ L4 จะไหลไปยังขั้ว 7T รีเลย์ของโซเลนอยด์ตัวที่ 3 ขั้ว 2T ไปลงดินทำให้รีเลย์ ตัวที่ 3 “off” ป้องกันมิให้กระแสไฟจากสวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียลไหลไปยังลิมิตสวิทช์ และในขณะเดียวกัน กระแสไฟจากสวิทช์ L4 จะไหลไปขั้ว 7T ไดโอด รีเลย์ของโซเลนอยด์ ตัวที่ 1 ขั้ว 5T ลิมิตสวิทช์ ขั้ว 4M ลงดิน ทำให้รีเลย์ตัวที่ 1 “on” กระแสไฟจากสวิทช์จุดระเบิดไหลไปยังขั้ว 3T รีเลย์ตัวที่ 1 ขั้ว 1T ขั้ว 3M ขั้ว 2M ขั้ว 4T รีเลย์ตัวที่ 2 ขั้ว 2T ลงดินทำให้มอเตอร์ของก้านเลื่อนนั้นหมุน ก้านเลื่อนไปล็อกชุดดิฟเฟอเรนเชียลเฟอเรนเชียลและเมื่อมอเตอร์ของก้านเลื่อนหมุนไปตำแหน่งล็อก หน้าสัมผัสของลิมิตสวิทช์ในมอเตอร์ของก้านเลื่อนเปลี่ยนไป และตัดการลงดินของชุดวงจรรีเลย์ ตัวที่ 1 ทำให้รีเลย์ตัวที่ 1 “off” (กระแสไฟไปเลี้ยงมอเตอร์หยุดไหล) และเมื่อปิดสวิทช์ล็อกดิฟเฟอเรนเชียลไปที่ “on” จะทำให้ไฟเตือนสว่างขึ้น



รูปที่ 8.11 แสดงการทำงานตำแหน่งสวิทช์ล็อกคิฟเฟอเรนเซียล "OFF" และคันเลื่อนชุดทรานสเฟอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่ง "Lo"

3) สวิทช์ล็อกชุดคิฟเฟอเรนเซียลกลางอยู่ตำแหน่ง "LOCK"

ดูรูปที่ 8.12 ประกอบ เมื่อสวิทช์ล็อกคิฟเฟอเรนเซียลกลางหมุนไปที่ตำแหน่ง "LOCK" กระแสไฟจะไหลผ่านสวิทช์ไปยังขั้ว 6T รีเลย์โซเลนอยด์ตัวที่ 1 ขั้ว 5T ขั้ว 6M ลิมิตสวิทช์ ขั้ว 4M ลงดิน ทำให้รีเลย์ ตัวที่ 1 ทำงาน คนแทกก็ต่อ เมื่อเกิดกรณีแบบนี้ขึ้นกระแสไฟจะไหลจากสวิทช์จุดระเบิดไปยังขั้ว 3T รีเลย์ตัวที่ 1 ขั้ว 1T ขั้ว 3M มอเตอร์ ขั้ว 2M ขั้ว 4T รีเลย์ตัวที่ 2 ขั้ว 2T ลงดิน เป็นผลให้มอเตอร์ของ ก้านเลื่อนหมุนไปที่ตำแหน่งล็อกลิมิตสวิทช์ซึ่งต่ออยู่ภายในมอเตอร์ของก้านเลื่อนจะต่อไปตัดการลงดินของ รีเลย์ตัวที่ 1 รีเลย์ตัวที่ 1 ตัดวงจร และการไหลของกระแสไฟไปยังมอเตอร์หยุด เมื่อคิฟเฟอเรนเซียลกลาง ถูกล็อก สวิทช์การเตือนการล็อกของคิฟเฟอเรนเซียลเปิดจะทำให้หลอดไฟเตือนสว่างขึ้น



รูปที่ 8.12 แสดงการทำงานตำแหน่งสวิตช์ล็อกคิฟเฟอเรนเชียลกลางอยู่ในตำแหน่ง“LOCK”