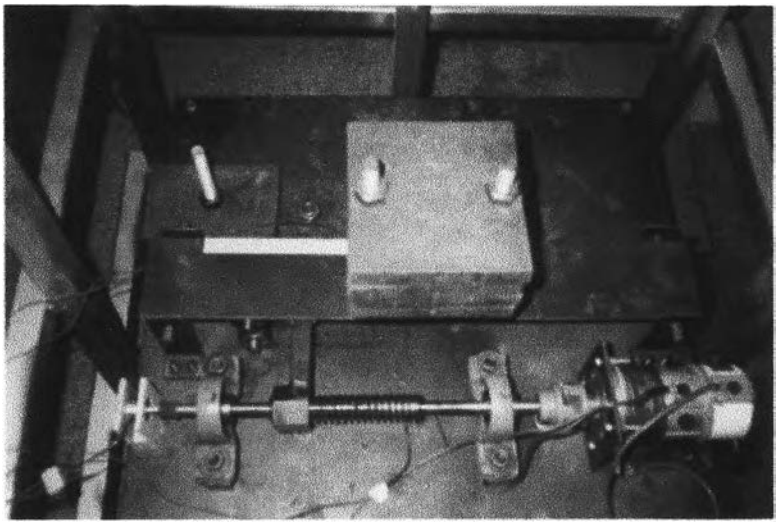
บทที่ 8

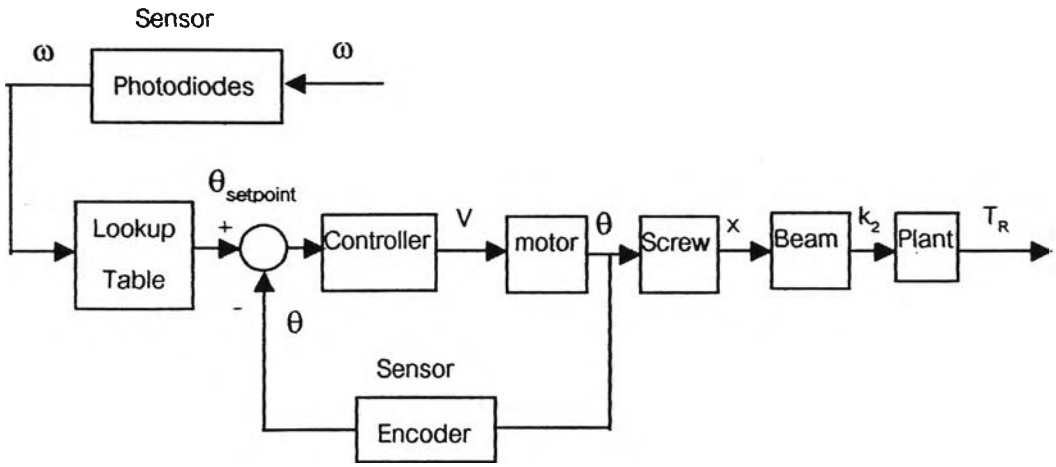
การควบคุมความแข็งสปริงของสปริงของตัวดูดซับการสั่นสะเทือน

ความแข็งสปริงของสปริงของตัวดูดซับมีค่าเปลี่ยนไปตามตำแหน่งรองรับของคานที่ใช้เป็นสปริง วิธีเลื่อนตำแหน่งรองรับนี้ใช้การหมุนของสกรูที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ดังรูปที่ 8-1



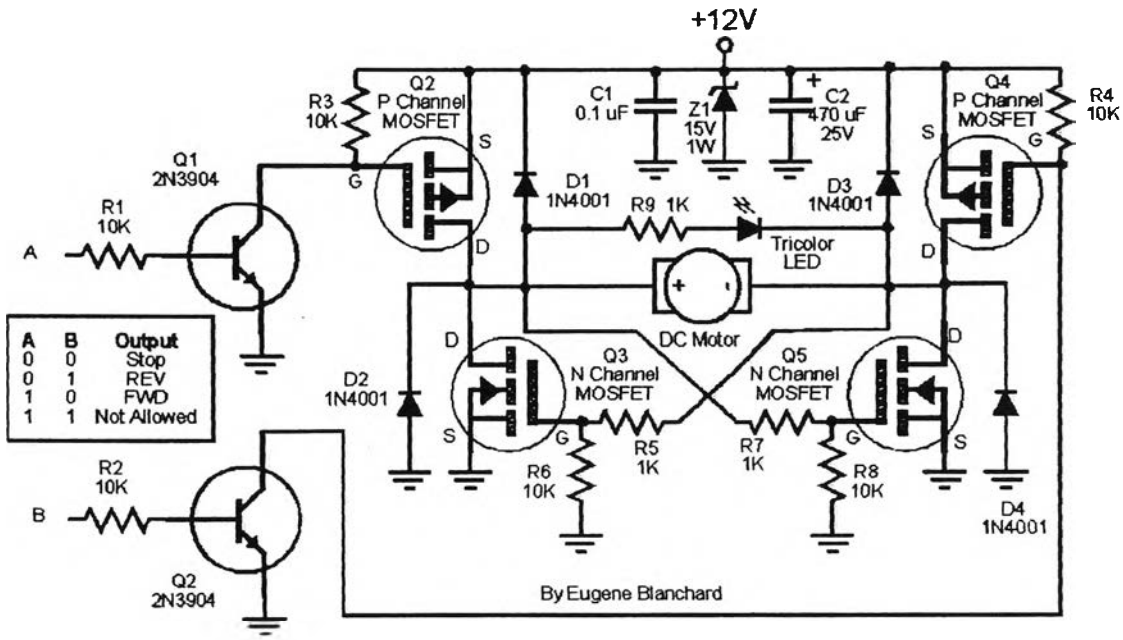
รูปที่ 8-1 การควบคุมตำแหน่งรองรับคาน

บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ในรูปที่ 8-2 แสดงการควบคุมค่าความแข็งสปริง (k_2) ให้เหมาะสมกับความเร็วรอบของเครื่องจักร (ω) เพื่อให้ค่าการส่งผ่าน (T_R) มีค่าน้อยที่สุด โดยวัดความเร็วรอบของเครื่องจักรจากโฟโตไดโอด (Photodiodes) โปรแกรมในตัวควบคุม (Controller) หาค่าตำแหน่งเชิงมุมของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับความเร็วรอบของเครื่องจักรได้จากลูคอัพเทเบิล (Lookup Table) เปรียบเทียบกับตำแหน่งเชิงมุมของมอเตอร์จริง ส่งสัญญาณผ่านวงจรขับให้จ่ายแรงดันไฟฟ้า (V) ไปยังมอเตอร์เพื่อควบคุมให้มีตำแหน่งเชิงมุมจริง (θ) ที่เหมาะสม โดยมีเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) เป็นตัวตรวจรู้ (Sensor) ตำแหน่งเชิงมุมจริงของมอเตอร์ มอเตอร์จะหมุนสกรูไปยังตำแหน่งรองรับคาน (x) ที่สัมพันธ์กัน และทำให้คานมีค่าความแข็งสปริงที่เหมาะสม



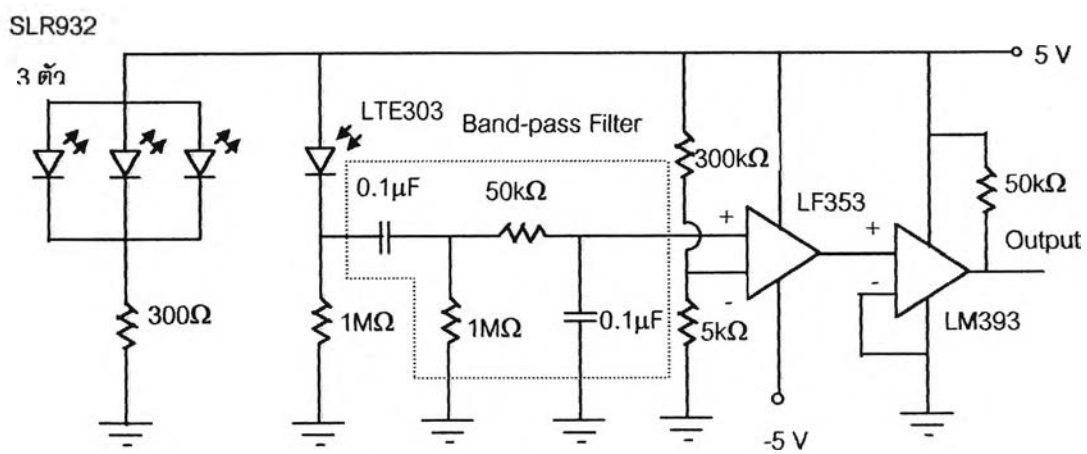
รูปที่ 8-2 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบการควบคุม

การขับมอเตอร์ใช้วงจรขับที่มี MOSFET 4 ตัว ดังรูปที่ 8-3 วงจรขับนี้สามารถขับมอเตอร์หมุนไปและหมุนกลับได้ โดยให้สัญญาณลอจิกเข้าที่จุด A หรือ B ขนาด 5 V หากสัญญาณมีลอจิกที่จุด A เป็น 1 และที่จุด B เป็น 0 จะเป็นการสั่งขับให้มอเตอร์หมุนไปข้างหน้า หากสัญญาณมีลอจิกที่จุด A เป็น 0 และที่จุด B เป็น 1 จะเป็นการสั่งขับให้มอเตอร์หมุนกลับ และหากสัญญาณมีลอจิกเป็น 0 ทั้งจุด A และ B จะเป็นการสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน ซึ่งสัญญาณลอจิกนี้มาจากตัวควบคุม สัญญาณลอจิกที่เข้าทางจุด A หรือ B ทำให้มีกระแสไหลเข้าทรานซิสเตอร์ (Transistors) 2N3904 ซึ่งเป็นแบบ NPN ที่เบส (Base) เป็นการไบแอสให้ทรานซิสเตอร์จึงเกิดกระแสไหลผ่านคอลเลกเตอร์ (Collector) ไปยังอิมิตเตอร์ (Emitter) ทำให้มีแรงดันตกคร่อมเกท (Gate) และซอร์ส (Source) ของพีแชนแนลมอสเฟท (P Channel MOSFET) เป็นการไบแอสทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าผ่านมอสเฟทไปยังมอเตอร์และมีแรงดันตกคร่อมเกทและซอร์สของเอ็นแชนแนลมอสเฟท (N Channel MOSFET) เป็นการไบแอสทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลออกจากมอเตอร์ผ่านมอสเฟทลงกราวด์ (Ground) ได้ โดยเมื่อมีสัญญาณลอจิกที่จุด A กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านมอสเฟท Q2, มอเตอร์ และมอสเฟท Q5 ตามลำดับ และเมื่อมีสัญญาณลอจิกที่จุด B กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านมอสเฟท Q4, มอเตอร์ และมอสเฟท Q3 ตามลำดับ



รูปที่ 8-3 วงจรขับมอเตอร์โดยใช้ MOSFET 4 ตัว

วงจรโฟโตไดโอดแสดงในรูปที่ 8-4 โดยแสงจาก SLR932 ผ่านช่องว่างของจานเจาะรูเยื้องศูนย์ช่วงเวลาหนึ่งเป็นช่วงสั้น ๆ ในแต่ละรอบของการหมุนของมอเตอร์ไปถึงตัวรับแสง LTE303 ผ่านแบนด์พาสฟิลเตอร์ (Band-pass Filter) เพื่อให้เหลือสัญญาณเฉพาะช่วงความถี่ที่ตรงกับช่วงความเร็วรอบที่เครื่องจักรทำงาน แปลงสัญญาณเป็นสัญญาณพัลส์ (Pulse) ขนาด ±5V โดยผ่านออปแอมป์ (Op Amp) LF353 และผ่านคอมพาราเตอร์ (Comparator) เพื่อให้สัญญาณพัลส์อยู่ระหว่าง 0-5 V และส่งสัญญาณเข้าตัวควบคุมต่อไป



รูปที่ 8-4 วงจรโฟโตไดโอดใช้วัดความเร็วรอบมอเตอร์ที่ใช้แทนเครื่องจักร

ตัวควบคุมใช้บอร์ดควบคุม (Controller Board) CP-S8252 V2.0 ซึ่งอยู่ในกลุ่ม MCS-51 ทำหน้าที่รับสัญญาณพัลส์จากโฟโตไดโอดที่พอร์ต 3.5 ซึ่งเป็นอินพุทพอร์ต (Input port) ของตัวนับ (Counter) T1 การนับสัญญาณพัลส์ที่ตัวนับ T1 นี้ ทำให้ตัวควบคุมทราบความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้แทนเครื่องจักร รับสัญญาณพัลส์จากเอ็นโคดเดอร์ที่พอร์ต 3.4 ซึ่งเป็นพอร์ตอินพุทของตัวนับ T0 การนับสัญญาณพัลส์ที่ตัวนับ T0 ทำให้ตัวควบคุมทราบตำแหน่งเชิงมุมจริงของมอเตอร์ที่ใช้ขับสกรู เมื่อทราบความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้แทนเครื่องจักรจากตัวนับ T1 หาตำแหน่งเชิงมุมที่เหมาะสมของมอเตอร์ที่ใช้ขับสกรูได้จากลูคอัพเทเบิลในตารางที่ 8-1 ที่บันทึกไว้ภายในตัวควบคุม โปรแกรมภายในตัวควบคุมจะเปรียบเทียบตำแหน่งเชิงมุมที่เหมาะสมของมอเตอร์กับตำแหน่งเชิงมุมจริงที่ทราบจากตัวนับ T0 และส่งสัญญาณเอาท์พุท (Output Signal) เพื่อขับมอเตอร์ไปยังวงจรขับมอเตอร์ทางพอร์ต 1.0 และ 1.1 และเข้าวงจรขับที่จุด A และ B ตามลำดับ และมีการแสดงผลโดยผ่านพอร์ต LCD ของบอร์ดควบคุมโดยต่อกับจอ LCD 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

ความเร็วรอบ (rpm)	ระยะรองรับ (m)	ตำแหน่งเชิงมุมของสกรู (rev)
1500	0.32	0
1400	0.33	1.6
1300	0.34	3.2
1200	0.35	4.8
1100	0.36	6.4
1000	0.37	8
900	0.39	11.2
800	0.42	16

ตารางที่ 8-1 ลูคอัพเทเบิลที่ใช้ควบคุมตำแหน่งเชิงมุมของสกรู

ผลการควบคุมระบบ

ผลการควบคุมระบบแสดงในตารางที่ 8-2 สังเกตว่า การควบคุมตำแหน่งรองรับมีความผิดพลาดไม่เกิน 2 mm เมื่อติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือนและมีการควบคุมระบบแรงส่งผ่านไปยังพื้นมีค่าต่ำกว่าเมื่อไม่ติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือนมาก

ความเร็วรอบของเครื่องจักร (rpm)	ขนาดของแรงไม่สมดุล (N)	ก่อนการควบคุม		หลังการควบคุม		แรงส่งผ่านไปยังพื้นเมื่อไม่มีการติดตั้งตัวดูดซับการสั่นสะเทือน (N)
		ตำแหน่งรองรับ (cm)	แรงส่งผ่านไปยังพื้น (N)	ตำแหน่งรองรับจริง (cm)/ ตำแหน่งที่ต้องการ (cm)	แรงส่งผ่านไปยังพื้น (N)	
1500	46.12	-	-	32 / 32	1.10	6.92
800	13.12	32	2.15	41.8 / 42	1.65	11.15
1400	40.18	41.8	4.44	33 / 33	0.47	6.83
900	16.60	33	3.11	38.8 / 39	0.34	10.13
1300	34.64	38.8	5.35	34 / 34	0.38	7.27
1000	20.50	34	2.46	36.8 / 37	0.63	8.81
1200	29.52	36.8	14.02	35 / 35	1.09	7.97
1100	24.80	35	1.26	36 / 36	0.59	8.18

ตารางที่ 8-2 ผลการควบคุมระบบ

(ข้อมูลในตารางคำนวณแรงส่งผ่านไปยังพื้นจากขนาดการสั่นสะเทือนที่วัดได้จาก MICROLOG คูณด้วยค่าความแข็งสปริงของตัวกันการสั่นสะเทือน)