หน่วยที่ 3

องค์ประกอบโปรแกรมเอ็นซีในรูปแบบบล็อก

สาระสำคัญ

ระบบควบคุมของเครื่องจักร CNC จะอ่านโปรแกรมซีเอ็นซี และเปลี่ยนข้อมูลที่ได้รับเป็น สัญญาณควบคุมสำหรับเครื่องจักร CNC ที่กล่าวข้างต้นแล้ว โดยที่การสร้างโปรแกรมซีเอ็นซีจะ ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตระบบควบคุมภายใต้แนวทางที่เป็นมาตรฐาน

สาระการเรียนรู้

1. องค์ประกอบของโปรแกรม
2. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการโปรแกรม
3. ภาษาหรือคำสั่งที่ใช้ในการโปรแกรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกลักษณะโครงสร้างของโปรแกรม CNC ได้
2. บอกสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม CNC ได้
3. บอกความหมายของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม CNC ได้

3.1 องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรม (Program) หมายถึง การรวมกันของบล็อกหลาย ๆ บล็อกที่เขียนตามลำดับ ขั้นตอนในการทำงานตามที่กำหนดไว้ ในตัวโปรแกรมจะประกอบด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำงาน และคำสั่งที่ช่วยในการทำงาน เช่น คำสั่งการเคลื่อนที่เร็ว (G00) คำสั่งในการเคลื่อนที่แนว เส้นตรง (G01) เป็นต้น ส่วนคำสั่งช่วยในการทำงานประกอบด้วย คำสั่งที่ทำให้เพลาสปินเดิล หมุน (Spindle Speed) คำสั่งการเคลื่อนที่ของชุดทูล (Feed rate) เป็นต้น

โปรแกรมเอ็นซี (หรือ NC Program) จะมีลักษณะเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั่วไป โดยประกอบด้วยหลายบรรทัด ในแต่ละบรรทัดประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ สำหรับ NC โปรแกรมมีศัพท์เรียกเฉพาะเมื่อเทียบกับโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไปดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบระหว่างภาษาคอมพิวเตอร์กับ ภาษาของ NC โปรแกรม

ภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป	**NC โปรแกรม**
บรรทัด (Line)	บล็อก (Block)
คำสั่ง	เวิร์ด (Word)

บล็อก (Block) หมายถึง คำมาประกอบกันเป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่องจักร CNC

คำ (Word) หมายถึง กลุ่มของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่ประกอบกันขึ้นมาเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการทำงานของเครื่องจักรกล CNC

โดยที่ในแต่ละบล็อกประกอบด้วยหลายเวิร์ด ในแต่ละเวิร์ดประกอบด้วยหนึ่งตัวอักษร ภาษาอังกฤษหรือเรียกว่า “โค้ด” (Code) ซึ่งเป็นคำสั่งให้เครื่องจักรกล CNC ทำงานในลักษณะที่ ต้องการแล้วตามด้วยตัวเลข (Numbers) สำหรับประกอบการสั่งการหรือการทำงานนั้น ๆ

ตัวอย่าง 3.1 NC โปรแกรม

N1 G90 F0.5 S 200 T1 M3

N2 G00 X50 Z2

N3 G01 2-1

จะเห็นว่า NC โปรแกรมประกอบด้วยหลาย ๆ บล็อก (หรือบรรทัด) แต่ละบล็อก ประกอบด้วยหลาย เวิร์ด (Word) หรือคำสั่งต่าง ๆ ดังนั้นตัวอย่างนี้เป็นการแสดงโปรแกรม เพียง 3 บล็อก

โดยบล็อกที่ 1 คือ	**: N1 G90 F0.5 S200 T1 M3**
ในบล็อกที่ 1 นี้มี 6 เวิร์คได้แก่	**: N1, G90, F0.5, S200, Tl และ M3**
ในแต่ละเวิร์ดประกอบด้วย	**: 1. โค้ด (Code) หรือ Address เป็นตัวอักษร 2. ตัวเลข (Number)**
โค้ด ของบล็อกที่ 1 ได้แก่	**: N, G, F, S, T และ M**
ตัวเลข ได้แก่	**: 1,90, 0.5, 200, 1 และ 3**

3.1.1 ชนิดของคำสั่งของโปรแกรม ซีเอ็นซี

คำสั่งของโปรแกรมซีเอ็นซี หรือภาษาโปรแกรมซีเอ็นซีของระบบควบคุม จะเป็นกฎที่ใช้ สำหรับการกำหนดว่าโปรแกรมบล็อกใดที่จะต้องเขียนขึ้นสำหรับสั่งให้เครื่องจักรทำงานอย่างไร โปรแกรมซีเอ็นซีโดยปกติแล้วในโปรแกรม จะมีคำสั่งที่แบ่งได้เป็น 4 ประเภท

1. โค้ดคำสั่งการควบคุมโปรแกรม (Program Control Instructions) ยังแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ

- หมายเลขโปรแกรม เช่น 047511

- หมายเลขบล็อก เช่น N5 , N10

- บรรทัดที่สั่งให้ข้ามไป เช่น /N7

2. โค้ดคำสั่งทางเรขาคณิต (Geometric Instructions)

เป็นการบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด (Tools) เช่น G00 , G01 ,G02 ,G03

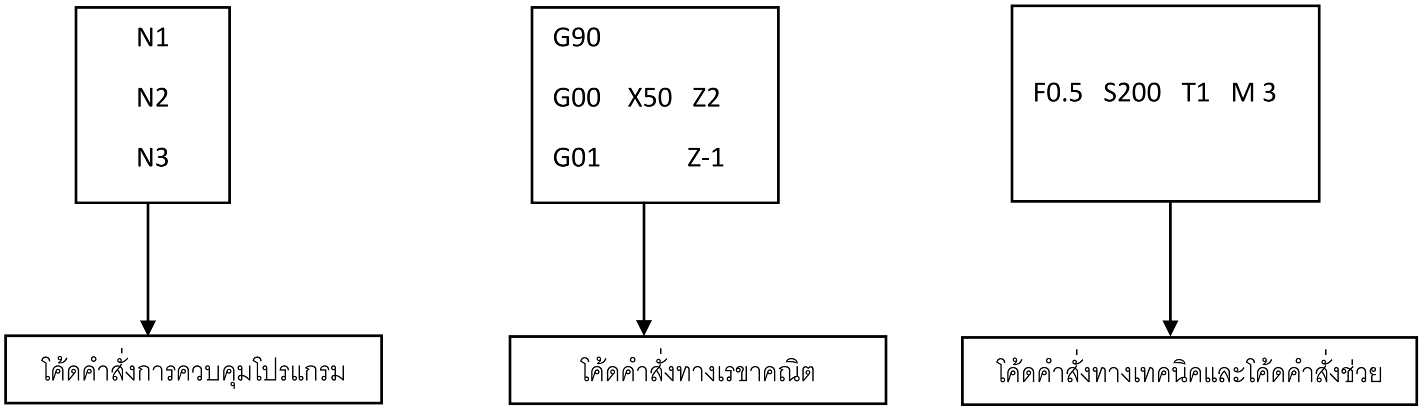
3. โค้ดคำสั่งทางเทคนิค (Technical Instructions)

เป็นคำสั่งที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ เช่น F = อัตราป้อน (มม. / นาที) S = ความเร็วรอบ (รอบ / นาที)

T = เครื่องมือตัด (Tools)

4. โค้ดคำสั่งช่วย

เป็นคำสั่งที่ใช้ช่วยในการทำงานหรือใช้ในการเปิดสวิทซ์อุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ เช่น M1 , M3



รูปที่ 3.1 ลักษณะของโค้ดคำสั่งประเภทต่าง ๆ ในโปรแกรมซีเอ็นซี

3.1.2 ชนิดของคำ

คำเป็นกลุ่มของตัวอักษรที่ตามด้วยตัวเลข (บางครั้งอาจมีเครื่องหมายด้วย) ซึ่งการเรียงคำ ต่าง ๆ ในแต่ละบรรทัดจะมีรูปแบบที่แน่นอน

ตารางที่ 3.2 แสดงชนิดของคำในโปรแกรมซีเอ็นซี

ชนิดของคำ	หน้าที่	ตัวอย่าง
1. คำบอกบรรทัด	กำหนดว่าเป็นการขึ้นต้นบรรทัด	N5 , N10
2. คำบอกขนาด	กำหนดโคออร์ดิเนตของทางเดินของเครื่องมือตัด	X-5 ,Z-10
3. คำบอกจุดศูนย์กลาง	กำหนดโคออร์คิเนตของจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง	I3 J12 , 1-3 K0 หรือ R12
4. คำบอกการป้อน	กำหนดอัตราป้อนในการตัดเฉือน	F100
5. คำบอกลักษณะการทำงาน	จะกำหนดโหมดคำสั่งซึ่งจะแสดงว่าต้องการจะทำอะไรในบรรทัดนั้น	G90, G91, G01 ,G00 G02 ,G03
6. คำบอกหน้าที่อื่นๆ	จะกำหนดโหมดในการควบคุม เช่นหยุดโปรแกรม , จบโปรแกรม	M00 , M30
7. คำบอกเพลางาน	กำหนดความเร็วของเพลางาน	S2500
8. คำบอกเครื่องมือตัด	กำหนดหมายเลขของเครื่องมือตัดที่จะเลือกใช้	T5 T10

3.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการโปรแกรม

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้กับเครื่องจักรกล CNC ทั้งเครื่องกลึงและเครื่องกัดมีอยู่มากมาย ดังนั้น ผู้ใช้ควรที่จะศึกษาจากคู่มือของแต่ละรุ่นของเครื่องจักรกล CNC นั้น เพราะว่าจะใช้ไม่เหมือนกัน ทุกรุ่น (ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักร CNC) และคอลโทรลเลอร์ที่มีใช้ก็มีหลายหลายมาก เช่น DECKEL , HIDENHAIN , MAHO , FANUC เป็นต้น

สัญลักษณ์ / ตัวอักษร	ลักษณะสำคัญ
A	การหมุนรอบแกน X
B	การหมุนรอบแกน Y
C	การหมุนรอบแกน Z
D	หมายเลขการชดเชยขนาดของเครื่องมือ
E	อัตราป้อนรอง
F	อัตราป้อน
G	คำสั่งการเคลื่อนที่
H	การชดเชยความยาวของทูล
I	จุดศูนย์กลางของโคออร์คิเนตวงกลม / โพลาร์โคออร์ดิเนตในแกน X
J	จุดศูนย์กลางของโคออร์คิเนตวงกลม / โพลาร์โคออร์คิเนตในแกน Y
K	จุดศูนย์กลางของโคออร์คิเนตวงกลม / โพลาร์โคออร์คิเนตในแกน Z
L	ใช้ในการวนลูป (Loop) สำหรับทำงานที่ซ้ำๆ
M	การทำงานเสริม
N	หมายเลขบล็อก
O	(ไม่มีกำหนด)
P	การเคลื่อนที่ขนานกับแกน X แนวแกนที่ 3
Q	การเคลื่อนที่ขนานกับแกน Y แนวแกนที่ 3
R	การเคลื่อนที่ขนานกับแกน Z แนวแกนที่ 3
S	ความเร็วของเพลางาน
T	เครื่องมือตัด (Tools)

สัญลักษณ์ / ตัวอักษร	ลักษณะสำคัญ
U	การเคลื่อนที่ขนานกับแกน X แนวแกนที่ 2
V	การเคลื่อนที่ขนานกับแกน Y แนวแกนที่ 2
W	การเคลื่อน อนที่ขนานกับแกน Z แนวแกนที่ 2
X	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X
Y	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y
Z	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z
%	การเริ่มต้นโปรแกรม
*	สิ้นสุดบรรทัด
;	สิ้นสุดบรรทัด
+	(ไม่มีกำหนด)
-	ถ้าอยู่หน้าตัวเลขนั้น เช่น Z-10.0 คือ เคลื่อนที่ทูลไปที่ตำแหน่งแกน Z – 10.0
/	(ไม่มีกำหนด)
:	(ไม่มีกำหนด)
(	(ไม่มีกำหนด)
)	(ไม่มีกำหนด)

3.3 **ภาษาหรือคำสั่งที่ใช้ในการโปรแกรม**

กลุ่มโค้ดหลักที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี คือ โค้ดจี หรือ จีโค้ด (G Code) และโค้ดเอ็ม

3.3.1 จีโค้ด (G Code)

จีโค้ด เป็นคำสั่งที่ทำให้ระบบควบคุมหรือคอนโทรลเลอร์สั่งการให้เครื่องจักรกล CNC ทำการแมชชีนให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตตามความต้องการ โดยในการแมชชีนใด ๆ คอนโทรลเลอร์ ต้องทราบทิศทางและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของทูล ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงหรือเส้น โค้งวงกลม หน่วยความยาวที่ใช้ และบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบ นทีแบบ Absolute หรือ Increment เป็นต้น

จีโค้ด จึงจัดเป็นฟังก์ชันเตรียมการ (Preparatory Function) หรือเป็นการเตรียมข้อมูลของ การเคลื่อนที่ให้ได้รูปทรงทางเรขาคณิตเพื่อป้อนให้แก่คอนโทรลเลอร์

จีโค้ด มีมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น มาตรฐาน ISO6983/BS 3635 มาตรฐาน ANSTEIA RS-274D, (ประเทศสหรัฐอเมริกา), BS3635 (ประเทศอังกฤษ) และมาตรฐาน DIN 66 025 (ประเทศเยอรมัน) เป็นต้น โดยทุกมาตรฐานดังกล่าวมี จีโค้ดพื้นฐานที่เหมือนกัน (ตาราง ที่ 3.1) NC โปรแกรมที่ใช้มาตรฐานเหล่านี้นิยมเรียกว่า "โปรแกรมจีโค้ด" (หรือ G Code Program)

G-Code โค้ดพื้นฐาน	
โค้ด	**คำสั่ง**
G00	การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็ว ฟีดสูงสุด โดยไม่โดนชิ้นงานหรือวิ่ง "แรพพิด" (Rapid)
G01	การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลึกเข้าไปในเนื้อของชิ้นงานด้วยความเร็วฟีด ที่กำหนด
G02	การเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งวงกลมลึกเข้าในเนื้อของชิ้นงานในทิศตาม เข็มนาฬิกา
G03	การเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งวงกลมลึกเข้าในเนื้อของชิ้นงานในทิศทวน เข็มนาฬิกา
G04	หยุดการเคลื่อนที่ในระยะเวลาที่กำหนดหรือ คะเวลล์ (Dwel)
G17	กำหนดใช้ ระนาบ XY
G18	กำหนดใช้ ระนาบ XZ
G19	กำหนดใช้ ระนาบ YZ
G20/G70	กำหนดหน่วยความยาวเป็นมิลลิเมตร (mm)
G21/G71	กำหนดหน่วยความยาวเป็นนิ้ว (Inch)
G80 G81 ถึง 83	ยกเลิกไซเคิล (Cycle) ต่าง ๆ ไซเคิลการเจาะรู (Driling cycle) ต่าง ๆ
G84 G85 ถึง 88	ไซเคิลการทำเกลียว ไซเคิลการคว้านรู (Boring cycle) ต่าง ๆ
G90	กำหนดการโปรแกรมให้เป็นแบบสัมบูรณ์ (Absolute)
G91	กำหนดการ โปรแกรมให้เป็นแบบสัมพันธ์ (Increment)
G94	ให้ค่าฟีดเป็น มม/นาที (mm/min) หรือ นิ้วนาที (inch/min)
G95	ให้ค่าฟีดเป็น มม/รอบ (m/rey) หรือ นิ้วรอบ (inch/rey)
G96	ให้ความเร็วผิว (Surface speed) คงที่เป็น เมตร/นาที (mmin)
G97	ให้สปินเดิลหมุนด้วยความเร็วรอบคงที่เป็น รอบ/ นาที (rpm)
G98 ถึง 99	ไม่ได้ใช้ใน ISO6983 และ RS-274D

3.3.2 เอ็มโค้ด (M Code)

นอกเหนือจากจีโค้ดแล้ว จะต้องมีคำสั่งอื่น ๆ ที่เครื่องจักรกล CNC ต้องใช้ใน กระบวนการแมชชีนต่าง ๆ เช่น การให้สปินเดิลหมุนในทิศที่ต้องการ การเปลี่ยนทูล การใช้น้ำ หล่อเย็น (Coolant) การหยุดสปินเดิล และการหยุดโปรแกรม เป็นต้น โดยคำสั่งเหล่านี้ กำหนดให้ใช้เป็น โค้ดเอ็ม (M)

ดังนั้นเอ็ม โค้ด (M Code) คือ คำสั่งอื่น ๆ (Miscellaneous Functions) ที่เกี่ยวข้องกับ การควบคุมกลไกการทำงานของเครื่องจักรกล CNC ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของทูล

หมายเหตุ

1. ทั้ง G-Code และ M-Code โดยทั่วไปจะตามด้วยตัวเลข 2 ตัว แต่ในคอนโทรลเลอร์ บางรุ่นอาจมีตัวเลข 3 ตัวได้ เพื่อเพิ่มคำสั่งให้หลากหลายมากขึ้น โค้ดบางช่วง เช่น G22 ถึง G32 และ G98 ถึง G99 มาตรฐาน EIA (Electronic Industries Association) และมาตรฐานโค้ด ASC (American Standard Code For Information Interchange) (ISO) ไม่ได้กำหนด ทำให้ผู้ผลิตคอนโทรลเลอร์สามารถกำหนดเป็นคำสั่งพิเศษเพิ่มเติมได้เอง

2. NC โปรแกรมหรือ จีโค้ดโปรแกรม อาจเรียกโปรแกรมที่ใช้โค้ดของ EIA และโค้ด ISO (EIA / ISO Code)

M-Code โค้ดพื้นฐาน	
โค้ด	**คำสั่ง**
M00	หยุดโปรแกรมชั่วคราว แล้วจะทำงานต่อเมื่อกดสวิทซ์สั่ง
M01	หยุด โปรแกรมเมื่อต้องการ (Optional Stop) โดยเมื่อจะให้หยุด ต้องกดปุ่ม Optional Stop ที่แผงควบคุมของคอนโทรลเลอร์
M03	ให้สปินเดิลหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	ให้สปินเดิลหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หยุดหมุนสปินเดิล
M06	สลับเปลี่ยนทูล
M07	เปิดให้น้ำหล่อเย็น (Coolant 2) ให้ไหลเป็นละออง (Mist)
M08	เปิดให้น้ำหล่อเย็น (Coolant 1) ให้ไหลท่วมทูล (Flood)
M09	ปิดการไหลของน้ำหล่อเย็น

M-Code โค้ดพื้นฐาน	
โค้ด	**คำสั่ง**
M13	ให้สปินเดิลหมุนตามเข็มนาฬิกาและเปิดน้ำหล่อเย็น
M14	ให้สปินเดิลหมุนทวนเข็มนาฬิกาและเปิดน้ำหล่อเย็น
M30	จบโปรแกรมแล้วกลับไปบล็อกแรกหรือที่เริ่มต้นโปรแกรม

3.3.3 โค้ดอื่น ๆ ในเวิร์ด

โค้ดในแต่ละเวิร์ค นอกเหนือจาก G-Code และ M-Code แล้ว สามารถยังประกอบด้วย โค้ดอื่น ๆ อีก 7 ประเภท คือ

1. เลขที่บล็อก (เลขที่บรรทัด) : N
2. ตำแหน่งหรือระยะทางความยาว : X, Y และ Z
3. ตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลม : I, I และ K
4. ความเร็วสปินเดิลและความเร็วตัด : S และ V
5. อัตราป้อน : F
6. เลขที่ทูล : T
7. อื่น ๆ : B, D และ 0 เป็นต้น

3.3.3.1 เลขที่บล็อก (Block Number, Sequence Number) : N

เลขที่บล็อกหรือลำดับคำสั่งต่าง ๆ จะเริ่มด้วยตัวอักษร N ตามด้วยตัวเลข (0 ถึง 9) จำนวนตัวเลขอาจมีเพียง 3 ตัว (3 หลัก) หรือสูงสุด 999 บล็อก (N001 ถึง N999) ซึ่งใช้ใน คอนโทรลเลอร์ยุคแรก ๆ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในยุคนั้นมีหน่วยความจำ (memory) น้อย

ในปัจจุบันเลขที่บล็อกในคอนโทรลเลอร์สามารถกำหนดได้ถึง 5 หลัก (N00001 ถึง N99999) หรือมากกว่า ทำให้สามารองรับโปรแกรมขนาดใหญ่ของชิ้นงานที่ซับซ้อนที่ทำจาก ซอฟท์แวร์ CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) ได้

ในกรณีที่มีโปรแกรมจาก CAM ที่มีขนาดใหญ่หรือมากกว่าหน่วยความจำของ คอนโทรลเลอร์ การส่งโปรแกรมอาจใช้วิธีการ DNC ส่งจากคอมพิวเตอร์บุคคลผ่าน RS232 เข้า คอนโทรลเลอร์ของเครื่องจักรกล CNC เพื่อทำการแมชชีนบล็อกตรงจากคอมพิวเตอร์บุคคลได้

การกำหนดเลขที่บล็อก สามารถเริ่มจากเลข 1, 2, 3, 4.หรือเพิ่มไปยังบล็อกถัดไปครั้ง ละหนึ่ง ซึ่งมีข้อเสีย คือ ทำให้ลำบากต่อการแก้ไขโปรแกรม โดยเฉพาะในการแทรกบล็อก ดังนั้น ลำดับที่ใช้จึงนิยมให้เพิ่มครั้งละ 5 เช่น N0005, N0015, N0020,...หรือเพิ่มครั้งละ 10 เช่น N0010, N0020, N0030, N0040. คอนโทรลเลอร์บางรุ่นต้องพิมพ์ N0005 (ต้องมีเลขศูนย์สาม ตัว) แทน N5 มิเช่นนั้นแล้วจะใช้ไม่ได้ ในคอนโทรลเลอร์บางรุ่นเลขที่บล็อกไม่จำเป็นต้องกำหนดให้ทุก ๆ บรรทัดแต่จะกำหนด เฉพาะ บล็อกที่ใช้อ้างอิงในโปรแกรมย่อย หรือ Subprogram ดังนั้น จึงควรศึกษาคู่มือการ โปรแกรมของแต่ละคอนโทรลเลอร์และของแต่ละรุ่น

3.3.3.2 ตำแหน่ง หรือ ระยะทาง (Dimension) : X Y Z

การเคลื่อนที่ของทูลจากตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งที่ต้องการในแนวเส้นตรงหรือเส้น โค้งวงกลม (Arc) สามารถระบุได้โดยใช้ ตัวเลข (0 ถึง 9) ตามท้ายแกน X, Y และ Z (หรือ โค้ด X, Y และ Z) โดยมีเครื่องหมาย บวก (+) และลบ (-) นำหน้าตัวเลขเพื่อบอกทิศทางตาม แกนนั้น ๆ โค้ดที่ต้องกำหนดค่า X, Y และ Z ได้แก่ G00, G01, G02 และ G03 เป็นต้น คอนโทรลเลอร์ ส่วนมากสามารถป้อนตัวเลขได้ 4 หลัก และจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง หรืออยู่ในรูป +XXXXXXX ดังนั้น ถ้าใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm) ในกรณีนี้ ค่าต่ำสุดที่ เคลื่อนที่ได้ (Least Increment หรือ Resolution) คือ 0.001 มม. หรือ 1 ไมครอน (micron หรือ แ โดย 14 = 10 ม.) และมากสุด คือ 9999.999 มม. หรือ 9,9999999 ม. โดยทั่วไปแล้วค่าสูงสุดจะถูกกำจัดตามขนาดของโต๊ะหรือขนาด ของเครื่องจักร ดังนั้นการเคลื่อนที่ได้จริงจึงน้อยกว่า 9999.999 มม. ในกรณีที่ใช้หน่วยเป็นนิ้ว จุดทศนิยมที่ใช้จะมี 4 ตำแหน่ง หรือโปรแกรมให้เคลื่อนที่ได้ ระยะทางต่ำสุดได้ครั้งละ 0.0001 นิ้ว สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูงจะมีคอนโทรลเลอร์ที่สามารถป้อนจุดทศนิยมได้ 4 ตำแหน่งสำหรับหน่วยมิลลิเมตร เมื่อต้องการให้เคลื่อนที่ไปในแนวแกน X เป็นระยะ 425 22 มม. และ Y เป็นระยะ 78.936 มม. ดังนั้นเวิร์ดที่ต้องป้อนสำหรับคอนโทรลเลอร์ที่ไม่ใช้จุด ทศนิยม คือ X425220 Y-78936 สำหรับคอนโทรลเลอร์ประเภทนี้ถ้าป้อนเป็น X 42522 (ไม่มีเลขศูนย์ตามท้าย) จะทำให้ ได้ระยะทางเป็น 42.522 มม. ซึ่งไม่ถูกต้อง ดังนั้น คอนโทรลเลอร์ประเภทนี้จึงจำเป็นต้องป้อนตัวเลขให้ครบทุกหลัก

3.3.3.3 ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลม

ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลมและของส่วนโค้งของวงกลม (Arc) ใช้โคออร์ดิเนต I, I และ K การบอกตำแหน่งใช้ตัวเลขตามท้ายโคออร์คิเนต ดังเช่นของโคออร์คิเนต X, Y และ Z โดยมีโคออร์คิเนต 1 เป็นแกนที่ขนานกับแกน X, J ขนานกับแกน Y และ K ขนานกับแกน Z. จีโค้ดที่ใช้คือ G02 และ G03

3.3.3.4 ความเร็วสปินเดิล (Spindle Speed) : S

ความเร็วสปินเคิล คือความเร็วของสปินเดิล ใช้ตัวอักษร S ตามด้วยเลข เช่น S1500 หมายถึงให้ความเร็วสปินเคิลเป็น 1500 รอบต่อนาที (rpm หรือ rev/min) ความเร็วสปินเดิลจะ นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า “สปีด” (Speed) ความเร็วตัด (Cutting Speed) หรือความเร็วผิด (Surface Speed) ใช้แทนการกำหนด ความเร็วสปินเดิลสำหรับงานกลึง การกำหนดเงื่อนไขการตัดด้วยความเร็วตัดที่คงที่ (G96) จะทำ ให้ช่วยยืดอายุการใช้งานของเล็บมีดหรือมีดตัด (Cutting tool) ของเครื่องกลึง ค่าความเร็วตัด สามารถป้อน โดยใช้โค้ด V เช่น G96 V225 หมายถึงให้ความเร็วตัดคงที่ ที่ 225 ม./นาที (m/min) ดังนั้นเมื่อกลึงในตำแหน่งที่มีเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยเครื่องกลึง CNC จะปรับให้ ความเร็วสปินเดิลหรือสปีดสูง และเมื่อกลึงในตำแหน่งที่มีเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางมากจะทำให้ ความเร็วสปินเดิลหรือสปีดต่ำ เพื่อรักษาความเร็วตัดให้คงที่ งานประเภทการเจาะและการคว้านไม่ ใช้ G96

3.3.3.5 อัตราป้อน (Feed rate) : F

อัตราป้อน (หรือ ฟิคเรต- Feed rate) คือความเร็วของการเคลื่อนที่ของทูลในขณะแมชชีน ชิ้นงาน หรือเคลื่อนที่กลึงลงในชิ้นงานเพื่อกัดหรือกลึงเอาเนื้อชิ้นงานออก หน่วยของอัตราป้อน สามารถกำหนดได้เป็น

ก. มม./นาที (mm/min) หรือ นิ้ว/นาที (inch/min) ใช้สำหรับการกัดและการเจาะคำสั่งที่ใช้คือ G94

ข. มม./รอบ (mm/rev) หรือ นิ้ว/รอบ (inchmin) สำหรับการกลึง คำสั่งที่ใช้คือ G95

ตัวอย่าง 3.2 การกำหนดค่าอัตราป้อน		
	บล็อกที่ใช้	**ค่าอัตราป้อน ที่ได้**
ก.	G94 G71 F50	50 mm/min
ข.	G95 G70 F0.01	0.01 inch/min
ค.	G95 G71 F0.5	0.5 mm/rev
ง.	G94 G71 G1 X20 Y30 F180 X50 F200	180 m/min 200 mm/min

3.3.3.6 เลขที่ทูล :T

เลขที่ทูล สำหรับการเลือกใช้ทูลในเครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์ และเครื่องกลึง CNC ใช้ ตัวอักษร I ตามด้วยตัวเลข โดยทั่วไปใช้ร่วมกับ โค้ดการเปลี่ยนทูล (M06) ตัวอย่างเช่น T0102 และ T101 เป็นต้น

3.3.3.7 อื่น ๆ

ตัวอักษรอื่น ๆ แล้วแต่ผู้ผลิตคอนโทรลเลอร์จะกำหนดเพิ่มเติมขึ้นเอง

3.3.4 โครงสร้างพื้นฐาน

จะเห็นว่า NC โปรแกรมมีโครงสร้างพื้นฐานแยกได้เป็น 3 ส่วน คือ

3.3.4.1 ส่วนหัวโปรแกรม ได้แก่ เครื่องหมาย % และชื่อโปรแกรมหมายเลข เครื่องหมาย % เป็นสัญลักษณ์ของโปรแกรมมาตรฐาน ISO โดยเมื่อคอนโทรลเลอร์อ่าน โปรแกรมที่เครื่องหมาย % คอนโทรลเลอร์จะทำการเปิดหรือปิดหน่วยจัดเก็บข้อมูล หรือ Data Storage ในการเขียนโปรแกรม ofline หรือการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลพิมพ์โปรแกรมโดยใช้ ซอฟต์แวร์พิมพ์ใด ๆ เช่น Notepad และ Word ต้องใส่เครื่องหมาย % นี้ที่ต้นและปลาย โปรแกรมก่อนส่งเข้าคอนโทรลเลอร์ หรือ ดาวน์โหลด (Download)สำหรับการเขียนหรือป้อนโปรแกรมโดยตรงบนคอนโทรลเลอร์ ตัวโปรแกรมจะเริ่มตั้งแต่ ชื่อโปรแกรมและจบที่ M30

3.3.4.2 ตัวโปรแกรม หรือตัว NC โปรแกรม ในบล็อกลำดับต้น ๆ ของตัวโปรแกรมจะเป็นการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น

1. การเลือกหน่วยเป็น มม. หรือนิ้ว
2. การกำหนดให้การโปรแกรมเป็นแบบ Absolute หรือ Increment
3. การกำหนดเงื่อนไขการกัด เช่น ความเร็วสปินเดิล และเลขที่ทูลที่ต้องใช้
4. การควบคุมทิศทางการหมุนของสปินเดิล และเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น

3.3.4.3 ส่วนท้ายโปรแกรม ประกอบด้วย M30 และเครื่องหมาย %

ตัวอย่างของ NC โปรแกรม ในรูปของ text file สำหรับเครื่องกลึง CNC ได้แสดงใน ตารางแถวซ้ายของตารางที่ 3.3 และคำอธิบายของแต่ละบล็อกในตารางแถวขวา

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างโครงสร้างของเอ็นซีโปรแกรม NC โปรแกรม

NC โปรแกรม	คำอธิบายตัวโปรแกรม
%	1. สัญลักษณ์เริ่มต้นโปรแกรม (ISO Code)
0208475	2. ชื่อโปรแกรมเป็นตัวเลข (208475) ตามหลังอักษร โอ (O)
N1 G90 G71	3. บล็อกที่ 1 คำสั่ง absolute coordinate (G90) และใช้หน่วยเป็น มม. (G71)
N2 G97	4. บล็อกที่ 2 ให้สปินเคิลหมุนด้วยความเร็วคงที่
N3 (FACING)	5. บล็อกที่ 3 ข้อความอธิบายกระบวนการหรือหมายเหตุ
N4 S12000 T0203	6. บล็อกที่ 4 ให้ความเร็วสปินเดิลเป็น 2000 rpm และใช้ทูลเลขที่ 203
N5 M3	7. บล็อกที่ 5 ให้สปินเดิลหมุนตามเข็มนาฬิกา
N6 G0 X0 Z0.1	8. บล็อกที่ 6 วิ่ง rapid จากตำแหน่งปัจจุบันเป็นเส้นตรงไปตำแหน่ง X=0,Z=0.1
N7 M8	9. บล็อกที่ 7 เปิด coolant
N8 G95	10. บล็อกที่ 8 กำหนดให้ใช้ค่าฟีดเป็น mm/rev
G1 X0 Z-0.5 F0.1	11. แมชชีนเป็นเส้นตรงไปถึงตำแหน่ง X=0,Z-0.5 ด้วยค่าฟีด F0.10.1 mm/rev
X20	12. แมชชีนเป็นเส้นตรงต่อไปถึงตำแหน่ง (Z ยังคงเท่ากับ -0.5) X20
Z-25	13. แมชชีนเป็นเส้นตรงต่อไปถึงตำแหน่ง Z = -25 (X = 20 เหมือนเดิม)
N22 M9	14. บล็อกที่ 22 ปิด coolant
N23 G26	15. บล็อกที่ 23 วิ่งกลับไปตำแหน่งเปลี่ยนทูล
N24 (EXTERNAL)	16. บล็อกที่ 24 ข้อความอธิบายกระบวนการ
G96	17. กำหนดให้ความเร็วตัดคงที่ (m/min)
V150 T0303	18. ให้ความเร็วตัดเป็น 150 m/min และใช้ทูลเลขที่ 303
G0 X60 Z0 M8	19. วิ่ง rapid ไปตำแหน่ง X = 60, Z = 0 และเปิด coolant (M8)
G1 Z-100 F02	20. แมชชีนเป็นเส้นตรงไปถึงตำแหน่ง X= 60, Z = -100 ด้วยค่า ฟีด 0.2 mm/rev
X62	21. แมชชีนเป็นเส้นตรงต่อไปถึงตำแหน่ง X = 62 (Z ยังคงเท่ากับ -100)
N27 M9 M5	22. บล็อกที่ 27 ปิด coolant (M9) และหยุดสปินเดิล (M5)
G26	23. วิ่งกลับไปตำแหน่งเปลี่ยนทูล M30
M30	24. จบโปรแกรม
%	25. สัญลักษณ์สิ้นสุดโปรแกรม (ISO Code)

หมายเหตุ เมื่อศึกษารายละเอียดจากตารางที่ 3.3 จะพบว่าสำหรับคอนโทรลเลอร์บางรุ่น 1. เราไม่จำเป็นต้องกำหนดเลขที่บล็อก (N) ทุกบรรทัด เช่น ที่คำอธิบายลำดับที่ 11 ถึง 13 และ 17 ถึง 24 (ในตารางแถวขวา)

ตัวอย่าง 3.1 การป้อนเลขที่บล็อก	
เดิม	**หรือ**
N6 G0 X0 Z0.1	**G0 X0 Z0.1**
N7 M8	**M8**
N8 G95	**G95**
N9 G1 X0 Z0.1	**G1 X0 Z0.1**
N10 X20	**X20**

2. โค้ดบางตัวจะเรียกว่าเป็น “โมเดิล” (Modal) โค้ดเหล่านี้จะยังคงมีผลต่อเนื่องต่อ ๆ ไปในโปรแกรม โดยไม่ต้องเรียกหรือเขียนซ้ำ จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างอื่น โค้ด เหล่านี้จะระบุอยู่ในคู่มือการเขียนโปรแกรม (Programming Manual) ของแต่ละคอนโทรลเลอร์ ตัวอย่างของโค้ดเหล่านี้ได้แก่ S, F, M3, M4, M5, G0, G1, G20, G21, G90, G91 ฯลฯ

3. ไม่จำเป็นต้องให้ค่า X,Y,Z ทั้งหมด สามารถใช้เฉพาะโคออร์ดิเนตที่เปลี่ยนค่าไปจาก เดิมได้ และไม่ต้องใส่ จีโค้ด (G1) ซ้ำ เช่น ในคำอธิบายลำดับที่ 12 และ 13 เป็นต้น โค้ด G1 เรียกว่าเป็น “โมเดิล”

ตัวอย่าง 5.2 การป้อนโคออร์ดิเนต	
เดิม	**หรือ**
N9 G1 X0 Z-0.5	G1 X0 Z-0.5
N10 G1 X20 Z-0.5	X20
N11 G1 X20 Z-25	Z-25
X28	X28
N13 G1 X32 Z40	X32 Z40

4. เราสามารถเขียนคำสั่ง G และ M บล็อกเดียวกันได้ เช่น ในคำอธิบายลำดับที่ 19 และ 22 เป็นต้น แต่จะมีจำนวนจำกัด เช่น ในหนึ่งบล็อกจะได้โค้ดเอ็มสูงสุดจำนวน 3 ตัว และ โค้ดจี จำนวน 2 ตัว เป็นต้น

สรุปสาระสำคัญ

ระบบควบคุมของเครื่องจักร CNC จะอ่านโปรแกรมซีเอ็นซี และเปลี่ยนข้อมูลที่ได้รับเป็น สัญญาณควบคุมสำหรับเครื่องจักร CNC ที่กล่าวข้างต้นแล้ว โดยที่การสร้างโปรแกรมซีเอ็นซีจะ ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตระบบควบคุมภายใต้แนวทางที่เป็นมาตรฐาน

โปรแกรม (Program) หมายถึง การรวมกันของบล็อกหลาย ๆ บล็อกที่เขียนตามลำดับ ขั้นตอนในการทำงานตามที่กำหนดไว้ ในตัวโปรแกรมจะประกอบด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำงาน และคำสั่งที่ช่วยในการทำงาน เช่น คำสั่งการเคลื่อนที่เร็ว (G00) คำสั่งในการเคลื่อนที่แนว เส้นตรง (G01) เป็นต้น ส่วนคำสั่งช่วยในการทำงานประกอบด้วย คำสั่งที่ทำให้เพลาสปินเคิล หมุน (Spindle Speed) คำสั่งการเคลื่อนที่ของชุดทูล (Feed rate) เป็นต้น

โปรแกรมเอ็นซี (หรือ NC Program) จะมีลักษณะเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั่วไป โดยประกอบด้วยหลายบรรทัด ในแต่ละบรรทัดประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ สำหรับ NC โปรแกรมมีศัพท์เรียกเฉพาะเมื่อเทียบกับโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป.

เอกสารอ้างอิง

http://www.bspc.ac.th/files/210609088160940_21071321215639.pdf