

หลักสูตร

การผลิตอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และ การประกอบแผ่น วงจรพิมพ์

วิซาพื้นฐานการออกแบบ แผงวงจร PCB

โครงการยกระดับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทานของ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Parts Transformation)

🕨 @thaiauto





	สารบัญ	
บทที่ 1	ข้อกำหนดมาตราฐานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์	1
บทที่ 2	พื้นฐานองค์ประกอบบน PCB	3
	2.1 การออกแบบวงจร (Design)	4
	2.2 การเตรียมวัสดุ (Material Preparation)	4
	2.3 การพิมพ์ลายทองแดง (Image Transfer)	4
	2.4 การกัดกรด (Etching)	4
	2.5 การเจาะรู (Drilling)	5
	2.6 การเคลือบผิว (Plating and Surface Finishing)	5
	2.7 การพิมพ์สัญลักษณ์ (Silkscreen Printing)	5
	2.8 การทดสอบและตรวจสอบคุณภาพ (Testing and Quality Control)	5
	2.9 การตัดและบรรจุ (Cutting and Packaging)	5
บทที่ 3	การวางอุปกรณ์มาตรฐาน และสมรรถนะของโปรแกรม EasyEDA	6
	3.1 คุณสมบัติของ EasyEDA	6
	3.2 ประโยชน์ของการใช้ EasyEDA	6
	3.3 การเข้าใช้โปรแกรม EasyEDA โดยเข้าผ่าน https://easyeda.com/	8
	3.4 สัญลักษณ์พื้นฐานของวงจรไฟฟ้า	9
	3.5 การเขียนวงจรไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ แสดงดังรูป	13
	3.6 การวางตำแหน่งอุปกรณ์กับระยะห่าง แสดงดังรูป	21
	3.7 การสร้างรอยพิมพ์ (Footprint) ของอุปกรณ์	30
	3.8 การสร้าง Panel ของแผ่นลายวงจรพิมพ์	37
	3.9 การสร้างไฟล์รายการอุปกรณ์ของวงจรพิมพ์ (BOM)	38
	3.10 การสั่งต้นแบบวงจรพิมพ์กับ JLCPCB.com	40

บทที่ 1 ข้อกำหนดมาตราฐานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์

ข้อกำหนดมาตราฐานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ที่ถูกบังคับใช่ในหลาย ประเทศคือ IPC ย่อมาจาก Institute of Printed Circuits เป็นสมาคมที่เชื่อมโยงงานทางด้านอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์อย่างมีเป้าหมาย เริ่มก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2500 มีหน้าที่ออกมาตราฐาน เพื่อกำกับกระบวนการของ ผลิตภัณฑ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ครบวงจร ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ มีอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกเข้า ร่วมมากกว่า 3,000 บริษัท เป็นที่ยอมรับของนักออกแบบและพัฒนาผลงานทางอิเล็กทรอนิกส์



- หน้าที่ของ IPC ออกมาตรฐานเพื่อกำกับกระบวนการของผลิตภัณฑ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ครบวงจรตั้งแต่ เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ
- การยอมรับในอุตสาหกรรม มีอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกเข้าร่วมมากกว่า 3,000 บริษัท
- มาตรฐาน IPC ที่สำคัญ:
 - IPC-A-610 มาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพการประกอบอิเล็กทรอนิกส์
 - IPC-2221 มาตรฐานการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ทั่วไป
 - IPC-SM-782A มาตรฐานสำหรับการวางตำแหน่งอุปกรณ์
 - วิธีการวางอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน
 - การใช้ Thief Pad เพื่อช่วยในการบัดกรี
 - IPC-DRM-18H มาตรฐานสำหรับการออกแบบลายทองแดง
 - การกำหนดขนาดและระยะห่างของลายทองแดง
 - การตรวจสอบและป้องกันข้อผิดพลาดในการออกแบบ

บทที่ 2 พื้นฐานองค์ประกอบบน PCB

กระบวนการพิมพ์ เริ่มที่ Electronic Design แล้วส่งไปสร้าง CAD จากนั้นส่งต่อไป CAM เพื่อทำการผลิต



IPC-DRM-18H



2.1 การออกแบบวงจร (Design)

2.1.1 การใช้ซอฟต์แวร์ CAD นักออกแบบใช้ซอฟต์แวร์ CAD เช่น EasyEDA, Altium Designer หรือ KiCad เพื่อสร้างรูปแบบวงจรและลายทองแดงบนแผ่น PCB

2.1.2 การสร้างไฟล์ Gerber เมื่อการออกแบบเสร็จสมบูรณ์ ไฟล์ Gerber จะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูล ในการผลิตลายทองแดง

2.1.3 การตรวจสอบไฟล์ นักออกแบบจะตรวจสอบไฟล์ Gerber เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อผิดพลาดหรือ ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการผลิต

2.2 การเตรียมวัสดุ (Material Preparation)

2.2.1 การเลือกวัสดุฐาน วัสดุฐานที่นิยมใช้คือ FR4 ซึ่งเป็นไฟเบอร์กลาสที่เคลือบด้วยทองแดง. วัสดุอื่น ๆ อาจใช้ตามความต้องการพิเศษ เช่น CEM-1, CEM-3 หรือ Polyimide

2.2.2 การทำความสะอาด แผ่นวัสดุฐานจะถูกทำความสะอาดเพื่อลบคราบสกปรกและน้ำมันที่อาจ ขัดขวางกระบวนการต่อไป

2.3 การพิมพ์ลายทองแดง (Image Transfer)

2.3.1 การพิมพ์ฟิล์ม (Photolithography) ฟิล์มที่มีลวดลายวงจรจะถูกวางบนแผ่นทองแดง แล้วฉายแสง UV เพื่อถ่ายลวดลายลงบนแผ่น

2.3.2 การพิมพ์หมึก (Inkjet Printing) การพิมพ์ลายทองแดงลงบนแผ่นโดยตรงด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ หมึก

2.3.3 การพัฒนาภาพ (Development) หลังจากฉายแสงแล้ว แผ่นจะถูกล้างด้วยสารเคมีเพื่อเผยลาย ทองแดงที่ต้องการ

2.4 การกัดกรด (Etching)

2.4.1 การกัดกรด ใช้สารเคมีกัดกรด (เช่น เฟอริคคลอไรด์ หรือ อามโมเนียเพอร์ซัลเฟต) เพื่อกำจัด ทองแดงส่วนเกินออกจากแผ่น เหลือไว้เฉพาะลายทองแดงที่ต้องการ

2.4.2 การล้างและทำความสะอาด แผ่นจะถูกล้างและทำความสะอาดเพื่อกำจัดสารเคมีที่เหลืออยู่

2.5 การเจาะรู (Drilling)

2.5.1 การเจาะรูผ่าน (Through-hole) ใช้เครื่องเจาะ CNC เพื่อเจาะรูที่ต้องการสำหรับติดตั้ง ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

2.5.2 การเจาะรูยึด (Mounting Holes) เจาะรูสำหรับติดตั้งและยึดแผ่นวงจรในตำแหน่งที่ต้องการ

2.6 การเคลือบผิว (Plating and Surface Finishing)

2.6.1 การเคลือบผิว (Plating) เคลือบแผ่นวงจรด้วยทองแดงเพิ่มเติมในบริเวณรูเจาะและลายทองแดง เพื่อเพิ่มความหนาและความทนทาน

2.6.2 การเคลือบป้องกัน (Surface Finishing) ใช้การเคลือบผิว เช่น HASL (Hot Air Solder Leveling), ENIG (Electroless Nickel/Immersion Gold) หรือ OSP (Organic Solderability Preservatives) เพื่อป้องกันการออกซิเดชันและเตรียมผิวสำหรับการบัดกรี

2.7 การพิมพ์สัญลักษณ์ (Silkscreen Printing)

การพิมพ์สัญลักษณ์ พิมพ์สัญลักษณ์และข้อความลงบนแผ่น PCB เช่น ชื่อส่วนประกอบ ตำแหน่งติดตั้ง และโลโก้

2.7 การทดสอบและตรวจสอบคุณภาพ (Testing and Quality Control)

2.7.1 การทดสอบไฟฟ้า (Electrical Testing) ตรวจสอบการเชื่อมต่อไฟฟ้าและความถูกต้องของวงจร เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อผิดพลาด

2.7.2 การตรวจสอบทางกายภาพ (Visual Inspection) ตรวจสอบรูปร่างและขนาดของลายทองแดง ความสะอาดของรูเจาะ และความเรียบร้อยของการพิมพ์สัญลักษณ์

2.8 การตัดและบรรจุ (Cutting and Packaging)

2.8.1 การตัดแผ่นวงจร (Cutting) ตัดแผ่นวงจรตามขนาดที่กำหนดโดยใช้เครื่องตัด CNC หรือเลเซอร์

2.8.2 การบรรจุ (Packaging) แผ่นวงจรที่เสร็จสมบูรณ์จะถูกบรรจุในบรรจุภัณฑ์ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์และ เตรียมสำหรับการส่งมอบ

กระบวนการเหล่านี้รวมกันเพื่อสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีคุณภาพสูงและพร้อมใช้งานในผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์

ต่างๆ

บทที่ 3 การวางอุปกรณ์มาตรฐาน และสมรรถนะของโปรแกรม EasyEDA

โปรแกรม EasyEDA เป็นเครื่องมือสำหรับงานด้าน (Electronic Design Automation : EDA) เป็น ระบบปฏิบัติการบน Website จึงไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมลงบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โปรแกรมสามารถสั่ง ทำแผ่นวงจรพิมพ์กับ JLCPCB ได้ และสามารถวางอุปกรณ์โดย LCSC ได้อีกด้วย

3.1 คุณสมบัติของ EasyEDA

- 3.1.1 การออกแบบวงจรไฟฟ้า (Schematic Capture)
 - สามารถสร้างและแก้ไขวงจรไฟฟ้าได้ง่าย
 - มีฐานข้อมูลอุปกรณ์และสัญลักษณ์ที่ครบถ้วน
 - สามารถเพิ่มและแก้ไขสัญลักษณ์ได้ตามต้องการ
- 3.1.2 การจำลองวงจร (Circuit Simulation)
 - รองรับการจำลองวงจรแบบ SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)
 - สามารถตรวจสอบการทำงานของวงจรและวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้ทันที
- 3.1.3 การออกแบบลายทองแดง (PCB Layout)
 - มีเครื่องมือสำหรับการวางตำแหน่งและการเชื่อมต่ออุปกรณ์บนแผ่น PCB
 - รองรับการสร้างลายทองแดงหลายชั้น (Multilayer PCB)
 - มีฟังก์ชันการตรวจสอบข้อผิดพลาด (DRC: Design Rule Check) เพื่อป้องกันปัญหาในการ ออกแบบ
- 3.1.4 การสร้างรายการอุปกรณ์ (BOM: Bill of Materials)
 - สามารถสร้างรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรได้อย่างละเอียด
 - รองรับการเชื่อมต่อกับร้านค้าจำหน่ายอุปกรณ์ เช่น LCSC สำหรับการสั่งซื้ออุปกรณ์
- 3.1.5 การสั่งผลิต (PCB Fabrication)
 - สามารถสร้างไฟล์ Gerber สำหรับการสั่งผลิตแผ่น PCB
 - รองรับการสั่งผลิตโดยตรงกับผู้ผลิต เช่น JLCPCB ซึ่งเป็นพันธมิตรของ EasyEDA
- 3.2 ประโยชน์ของการใช้ EasyEDA
 - 1. ใช้งานง่าย มีอินเตอร์เฟซที่ใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน ทำให้นักออกแบบสามารถเริ่มต้นใช้งานได้ทันที
 - 2. ออนไลน์ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม สามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ทุกที่ทุกเวลา
 - ฟังก์ชันครบถ้วน มีเครื่องมือครบถ้วนตั้งแต่การออกแบบวงจรไฟฟ้า การจำลองวงจร ไปจนถึงการ ออกแบบและสั่งผลิต PCB
 - 4. การเชื่อมต่อกับผู้ผลิต สามารถสั่งผลิต PCB ได้โดยตรงผ่านแพลตฟอร์ม ทำให้สะดวกและรวดเร็ว

 การทำงานร่วมกัน รองรับการทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ ทำให้นักออกแบบหลายคนสามารถทำงานบน โปรเจคเดียวกันได้

EasyEDA จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสำหรับนักออกแบบวงจรทั้งมือใหม่และมืออาชีพ ที่ต้องการเครื่องมือที่ มีประสิทธิภาพและใช้งานได้สะดวก



EasyEDA สามารถใช้วาด schematics ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ไลบราลี่ที่มีอยู่แล้วบนเบราว์เซอร์ และมี การอัปเกรดอัตโนมัติ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการทำงาน สามารถใช้ทดสอบวงจรแอนะล็อก ดิจิตอล และวงจร สัญญาณผสม ด้วยวงจรย่อยและโมเดล spice ระบบ EasyEDA มีความเสถียรมาก เชื่อถือได้ เรียนรู้ได้ง่าย ตอบสนองได้รวดเร็ว และมีไลบรารี่จำนวนมาก

3.3 การเข้าใช้โปรแกรม EasyEDA โดยเข้าผ่าน https://easyeda.com/

ลงชื่อเข้าใช้งาน โดยกรอกข้อมูลผู้ใช้ และยืนยันตัวตนใน Email แสดงดังรูป



ในการเริ่มการใช้งานโปรแกรม ผู้ใช้ต้องการสร้างโปรเจคใหม่ (Create New Project) แสดงดังรูป

easyeda.com/e			Q B ·	🖈 🔲 🏐 (ข้อผิดพลาด	()
CosyEDA sto File Advanced St So All Projects(17) File Source	etting Help Desktop Client	N	Search tutorial	I, open source projec 🛆 🔮 W.Suriya	L'I ST
Project Print	S S Symbol Footprint D 30 Model D Schematic Module PCB Module New Project Try Pro Editic More Help Tutorials Videos	Create New Pro	A W. Sunya		×

เข้าเมนูด้านซ้ายล่าง เพื่อเปิด Website ซึ่งเมนูด้ายซ้ายบนจะเปลี่ยนแปลงตาม ส่วนเมนูด้านบน เป็นเมนู หลักกับแถบเครื่องมือ ของ Schematic แสดงดังรูป

	S EasyEDA(Standard) - A Simple an 🗙 🕂	`	/ -	
	← → C ⓐ easyeda.com/editor#id=57e5db6d2fd84aa7988ec041d9be31ac		10	ข้อผิดพลาด 😧
A STALL	CEOSYEDA STD File Edit Place Format View Design Tools Fabrication Advanced Setting Help	104 Schematic	Ą	🔮 W.Suriya •
Project Folder		do =8 ⊠ ≶	7 48	6 6 0
	All Projects(18) Opened Pri Start THPCA		Selected Obje Canvas Pi	operties
ารีระสอบ •างจาไฟฟ้า	・ & W.Suriya りたく回去な	Drawi	Background	#FFFFFF
	S= Design Distret_1 8		Visible Grid Grid Color	Yes 🗸
สัญลักษณ์ พื้นฐาน	Manager SENTSOR CORE ESP32 -	> T	Grid Style	line 🗸
	Commonly เมืองหลังหลังสี่อย่างพระเพิ่มของการเป็นสี่งหลังเสี่ยงกลังหลังสี่อย่างพระเพิ่มของกลังหลังสี่อย่างพระเพิ่ม		Grid Size	5
ค้นหาอัณอัวษณ์			Snap Size	5
		0.	Alt Snap	5
Web : LCSC	เอง	- /	Mouse-X Mouse-Y	-50 160
Component	LCSC Parts		Mouse-DX	-962.96
Web : JLCPCB			Mouse-DY	-309.26
"PCB Order"			-	
สนับสนุม & แบรบำ	Ctrl + Ctrl + Ctrl Pare.1	R04 1.0	s Isi	มนุขวา ลี่ยนตาม
		w.istiya	ตัว	เลือกวัตถุ
ภาขนะเก็บ ชื่อมูลเก่า	Bin 4 Sheet_1 A +			

3.4 สัญลักษณ์พื้นฐานของวงจรไฟฟ้า

สามารถเรียกดูสัญลักษณ์พื้นฐานของวงจรไฟฟ้า ได้จากแถบเมนูด้านซ้าย Commonly Library ซึ่งจะ แสดงเป็นรูปภาพสัญลักษณ์พื้นฐาน สามารถกดลูกศรลงเพื่อดูข้อมูลอื่น ๆ ได้ แสดงดังรูป



สัญลักษณ์ในห้องสมุด (Library symbol)

ค้นหาสัญลักษณ์จากแถบเครื่องมือด้านซ้าย Library แล้วพิมพ์ชื่ออุปกรณ์ที่ต้องการค้นหาได้เลย แสดงดังรูป



สร้างสัญลักษณ์จาก Wizard

เลือกแถบเครื่องมือด้านบน Tools เลือก Symbol Wizard จะมีหน้าต่างขึ้นมาให้ สามารถสร้างสัญลักษณ์ จาก Wizard ได้เลย จากนั้นกด OK และดำเนินการตามขั้นตอนถัดไปในการ Selected Objects และ Custom Properties แสดงดังรูป



การเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ลงในสัญลักษณ์

			Custom Prop	erties	
			Footprint		
нот	Texas Instr	uments TPS5430DDAR	Display Footp	No	~
	Manufacturer	Texas Instruments	Supplier	Unkr	~
	Mfr. Part #	TPS5430DDAR	Supplier Part		
	LCSC Part #	C9864			
Och Och	Package	SOIC-8-EP	Manufacturer		
	Customer #	Customer Number	Manufacturer		
	Datasheet	Texas Instruments TPS5430DDAR	Add Para	meter	
🧼 =	EasyEDA	S EasyEDA Model	View Data	sheet	٦
ice only	ECCN	EAR99			5
les	Description	Step-down type Adjustable 1.221V~32.04V 3A 5. Converters ROHS	5V~36V SOIC-8-EP DC-DC		

สามารถเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ลงในสัญลักษณ์ ผ่านหน้าต่าง Custom Properties แสดงดังรูป

การสร้างสัญลักษณ์ด้วยตนเอง

สร้างสัญลักษณ์ด้วยตนเอง ด้วยการเลือกแถบเครื่องมือด้านบน File เลือก New แล้วเลือก Symbol จะ มีหน้าต่างขึ้นมาให้ เลือก New Symbol แสดงดังรูป



Mahanako	orn Univer	B	Add title BCM Yes V Convert To PCB Yes V Name Processon Pre (/? Suppler Unkr V Suppler Part Manufacturer	Z		ONSEM General Pu Transistors IPN Silicon 2N3903, 2N	N. Irpose S		TO-BE CASE 29 STYLE J BRADDI LEDO BRADDI LEDO	DATA SHEET
Save as Symbol Owner Title	v stortys NPM	Scoole Team	Manufacturer Centrouter wesuftys Add Parameter Wew Datastoet	G, Pergrant Manager Osnponents Las Pillot by Anyword In El UT - ANY - TO-SDA	a	C			Search Footpret TO-92A Keyword TO-92 Classes Work Space Work Space BIS 10-92A	X Select Pootpont X Q
Supplier	Unknown v Or Others				Component Pr	4 information	Footorint PAD into	ormanon		
Suppler Part.	296-65011-2-MD				🚺 Pin Nar	e Pin Number	Pad Number	Pad Size		
Menufacturer	RelaPro				12 E	1	1.			
Manufacturer	NESSOR				🖬 в	2	2			
LINK	http://www.ll.com/ill/ds/symileik/ne556.pdf				2 c	3	3			
Tags	Split by '' for multi tags									
Description:										
		Inter-	Cantes						Update Foot	print Cancel 🕐

สร้างสัญลักษณ์ย่อย (Sub Part)

เริ่มจากการสร้างสัญลักษณ์ และ Footprint จากนั้น เลือก More เพื่อเพิ่มสัญลักษณ์ย่อย ทำการเพิ่ม สัญลักษณ์ย่อย และแก้ไข Edit จากนั้น เลือก Add Sub Part แสดงดังรูป



การแก้ไขสัญลักษณ์

arch Engine EasyEDA LC	SC Electronics Keywor	rds at least 3 characters	C ARRIV	New Parts for Free
pes Symbol Footp	rint Spice Symbol SCH Modul	le PCB Module 3D Model		
Work Space L	.CSC JLCPCB Assembled Sys	stem Follow		
Keyword to Filter	Title(PartNO)	Footprint		Vz ^
	X5511FV-01-C30D97-0970	🚧 🥏 🖵 HDR-TH_1P-V-F-1		
Amplifiers	SGM2554AYN5G/TR	🚧 🥑 🖵 SOT-23-5_L3.0-W1.7	-P0.95-LS2.8-BR	:1 👾 t
Amplifiers	4409	SOP-8_L5.0-W4.0-P1	1.27-LS6.0-BL	04
Analog ICs +	MHR-10S Tite:	4409	V10.0-P2.54-LS12.0_UDR-10S	
, interest of the second se	ENC28J60T-I/ML	print: SOP-8_L5.0-W4.0-P1.27-LS6.0-BL W6.0-F	P0.65-BL-EP3.7	
Audio Products/Mi	AP30P06K JLCPC	:: CB Part Class: Extended Part B-W6:1	-P4.57-LS9.9-BR-CW	
Audio Products/Mi +	RC-12K5100FT	ufacturer: TF(拓锋) rintion:		51
Capacitors	BD9C301FJ-E2	SOP-8_L4.9-W3.9-P1	1.27-LS6.0-BL	
	PI6C4921506LIEX	🔤 🥑 🔄 TSSOP-24_L7.8-W4.	4-P0.65-LS6.4-BL	
Circuit Protection	DS4424N+T&R		-P0.40-BL-EP	
Clock and Timing +	DS4432U+T&R	₩ 😋 🖵 UMAX-8_L3.0-W3.0-F	P0.65-LS4.9-BL	
Connectors -	CHINAGE TO ALMAN AND AND		00 05 1 00 0 DI	× *
EVEDA > Symbol > II CPCB Ass	embled > MOSEETs > 4400			

สามารถเลือก Title ที่ต้องการแก้ไข แล้วกดแก้ไข Edit แสดงดังรูป

3.5 การเขียนวงจรไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ แสดงดังรูป



 Bus Entry
 Net label

 Wiring Tools
 —

 \mathbb{O} \mathbb{P}
 \mathbb{V} \mathbb{P}
 \mathbb{P} \mathbb{P}

Designator	Footprint
C1	CAP-D3.0×F1.5
C2,C5	CAP-D3.0×F1.5
C3	C1206
C4	C1206
C10,C11	C1206
C12	CAP-D6.3×F2.5
D2,D3,D4	DBS_L8.4-W6.4-P5.10-LS10.2-BL
LED1,LED2,LED3	LED0603_RED
P1,P2,P3,P4	CONN-TH_2P-P5.00
R1,R2,R3	R1206
R4,R5,R6,R7,R8,R9	R1206
R10	R0805
SERIAL	HDR-F-2.54_1X3
STLINK	HDR-F-2.54_1X4
U1	LQFP-32_L7.0-W7.0-P0.80-LS9.0-BL
U6	SOT-223_L6.5-W3.5-P2.30-LS7.0-BR
Z1,Z2,Z3	DO-41_BD2.4-L4.7-P8.70-D0.9-RD



ตัวเก็บประจุดีคัปปลิ้ง (Decoupling Capacitor) แสดงดังรูป

POWER SUPPLY DECOUPLING

A 1 µF tantalum capacitor (C_S) at V_S and a 0.1 µF ceramic capacitor (C_{I/O}) at V_{DD I/O} placed close to the ADXL345 supply pins is recommended to adequately decouple the accelerometer from noise on the power supply. If additional decoupling is necessary, a resistor or ferrite bead, no larger than 100 Ω , in series with V_S may be helpful. Additionally, increasing the bypass capacitance on V_S to a 10 µF tantalum capacitor in parallel with a 0.1 µF ceramic capacitor may also improve noise.

Care should be taken to ensure that the connection from the ADXL345 ground to the power supply ground has low impedance because noise transmitted through ground has an effect similar to noise transmitted through V_S. It is recommended that V_S and V_{DD} $_{\rm I/O}$ be separate supplies to minimize digital clocking noise on the V_S supply. If this is not possible, additional filtering of the supplies, as previously mentioned, may be necessary.



ตรวจสอบวงจรไฟฟ้า

เลือกวงจรที่ต้องการ แล้วกดแถบเครื่องมือด้านซ้าย Design Manager เพื่อ Refresh แล้วตรวจสอบวงจร โดยเลือกกากบาท No Connect Flag เพื่อตรวจสอบ แสดงดังรูป



เลือกขนาดเอกสารและเขียนรายละเอียด แสดงดังรูป



Phanakorn Unit	BOM Image: Image	r Parts r PCB/:	SMT	/		-			1	\bigwedge	ถ้าไม่ใส่ข้อมูอจะเกิดข่องว่าง	
lle Edit Place Format	1	Exp	ort Schematic B	OM			-	- 1				
New P		ID	Name	Designator	Footprint	Qu	Manufacturer Part	Manufactu	Supplier	Supplier Pa	art	Price
Coben -		1	2.2uF	C1	CAP-D3.0×F1.5	1					Assign LCSC Part#	
Save Ctrl+S		2	1uF	C2,C5	CAP-D3.0×F1.5	2					Assign LCSC Part#	
Save As		3	10nf	C3	C1206	1	3				Assign LCSC Part#	
Save As Module		4	0.1uF	C4	C1206	1	?				Assign LCSC Parl#	
Import +		5	100nF	C10,C11	C1206	2	?				Assign LCSC Part#	
Print		6	4.7uF	C12	CAP-D6.3×F2.5	1					Assign LCSC Part#	
Export +		7	DB207S(6	D2,D3,D4	DBS_L8.4-W6	3	DB207S(60MIL)	Shandong	LCSC	C350427	Assign LCSC Part#	0.05
Export BOM		8	LED-0603_R	LED1,LED	LED0603_RED	3	19-217/R6C-AL1M2V	EVERLIG	LCSC	C72044	Assign LCSC Part#	0.01
Export Netlist		9	CONN-TH	P1,P2,P3,P4	CONN-TH_2P	4			LCSC		Assign LCSC Part#	
Eile Source		10	330	R1,R2,R3	R1206	3					Assign LCSC Part#	
File Source		11	1k	R4,R5,R6,	R1206	6					Assign LCSC Part#	
		12	10K	R10	R0805	1	0805W8F4701T5E	UniOhm	LCSC	C17673	Assign LCSC Part#	0.00
		13	HDR-F-2	SERIAL	HDR-F-2.54 1	1			LCSC	C146690	Assion LCSC Part#	0.07
		14	HDR-F-2.	STLINK	HDR-F-2.54 1	1			LCSC	C225501	Assian LCSC Part#	0.07
		•						•		00000123	70.1	

สร้างรายการอุปกรณ์ (Bill of Materials ; BOM) แสดงดังรูป

รายละเอียดของจอภาพการออกแบบลายทองแดง แสดงดังรูป



Layers and Objects แสดงดังรูป



การตั้งค่ากับเพิ่มชั้น Layers

สามารถเลือกที่สัญลักษณ์ฟันเฟือง เพื่อเพิ่มชั้น Layers โดยเลือกตัวเลขที่ต้องการ แสดงดังรูป

aye	rs and Objects 🛛 🖈 🎯 —	-						
All	Copper Non-Copper Object	Cop	per Layer 4	~				
	D TopLayer	No.	Display	Name	Туре	Color	Transparency(%)	1
	BottomLayer	1		TopLayer	Signal	#FF0000	0	
8	D TopSilkLayer	2		Inner1	Signal 🗸	#999966	0	
	D BottomSilkLayer D TopPasteMaskLayer	3		Inner2	Signal 🗸	#008000	0	
	BottomPasteMaskLayer	4	8	BottomLayer	Signal	900000FF	0	
	D TopSolderMaskLayer	5		TopSilkLayer	Non-Signal	#FFCC00	0	
	BottomSolderMaskLayer Retlines	6		BottomSilkLayer	Non-Signal	#66CC33	0	
	D BoardOutLine	7		TopPasteMaskLayer	Non-Signal	#808080	0	
	D Multi-Layer	8		BottomPasteMaskLayer	Non-Signal	800000	0	
	Document	9		TopSolderMaskLayer	Non-Signal	#800080	30	
		10		BottomSolderMaskLayer	Non-Signal	#AA00FF	30	
		11		Ratlines	Other	#6464FF		
		12		BoardOutLine	Other	#FF00FF	0	
		13		Multi-Layer	Signal	#C0C0C0	0	1



ชื่อเรียกต่าง ๆ ของการเขียนแบบลายทองแดง แสดงดังรูป

เครื่องมือการเขียนแบบลายทองแดง ใช้ PCB Tools อธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ แสดงดังรูป



Analog & Digital Signal แสดงดังรูป





Signal And System | Multi Ground |Slot แสดงดังรูป





3.6 การวางตำแหน่งอุปกรณ์กับระยะห่าง แสดงดังรูป



Component-to-Component Spacing



ALL DIMENTIONS IN MILS

To From	Chip	Tantalum	SOIC	QFP/QFN	SOT23	PLCC	BGA	CSP	DIP
Chip	40	50	40	100	50	50	125	125	60
Tantalum	50	50	55	100	75	100	125	100	60
SOIC	40	55	50	100	50	100	125	125	60
QFP/QFN	100	100	100	100	100	100	250	250	100
SOT23	50	75	50	100	35	100	125	125	60
PLCC	50	100	100	100	100	100	125	125	60
BGA	125	125	125	250	125	125	250	250	125
CSP	125	100	125	250	125	125	250	100	125
DIP	60	60	60	100	60	60	125	125	100

Figure 31b - Standard Clearance Requirements for Component Spacing Based on Type^[s-2]



การจัดวางทิศทางของอุปกรณ์กับ Thief Pad แสดงดังรูป

การวางตัวเก็บประจุดีคัปปลิ้ง (Decoupling Capacitor) แสดงดังรูป













การวางอุปกรณ์กับการล็อกตำแหน่ง แสดงดังรูป



การปรับขนาดและรูปแบบของจุดบัดกรี (Pad) แสดงดังรูป

Layer

Number

Shape

Net

Width

Height

Rotation

Hole(D)

Plated





การปรับขนาดและรูเจาะของจุดเชื่อม (Via) แสดงดังรูป

ตำแหน่งและขนาดของชื่อเรียกของอุปกรณ์ แสดงดังรูป



การเขียนแบบลายทองแดง แสดงดังรูป



Solid Region & Board Cutout แสดงดังรูป



การตั้งค่าของ Copper Area แสดงดังรูป



การเปิด SolderMask แสดงดังรูป



ตัวอักษรกับรูปภาพ แสดงดังรูป

, were	1	- Text Prope	rties	6
Mahanakorn Un		Layer	TopSilkl 🗸	PCB and
		Text	THPCA	ιοΥΤΓΓΟ 🖑 🛛 🛌
	THPCA	Font Family	Default 🗸	
		Fonts N	Aanagement	insert image to PCB X
		Line Width	8.000mil	
		Height	80.000mil	
		Rotation	0	TUDCA TUDCA
Fonts Management	×	Locked	No 🗸	INPLA INPLA
Default NotoSer/CJKsc-Medium NotoSansCJKsc-Demil until	*	ID	gge1872	
(the second s				
				Select an image file. (JPG / PNG / GiF / BMP / SVG)
	*			(0.0 - 1.0) Simplify Level ()
				Corner Threshold 🔵 500 – 1.33]
	Add Remove Cancel			Despeckle Size
				Shape invert:
				Image Size 500 C x 158.635 mil 🗸
				Insect Image to PCB Cancel

3.7 การสร้างรอยพิมพ์ (Footprint) ของอุปกรณ์ แสดงดังรูป

wet					ili, Foolprint Manager						×
korn Un			-		Components List						Search Footprint Select Footprint
			-		Edder by keyword	9		-	-	\frown	10-12 × C,
					= [] 02_211			A		2	report to to
								C.		X	
	- Canvas Pro	perties						1			8 10400
ols —	Background	#FFFFFF		6	รวลสอบ Pin กับ						
VODTO	Visible Grid	Yes ¥			334600 PH110	rau	Component Pills into	onnation	Footprint PAID into	mation	ถ้าพบนำไปใช้ได้
7 8 19 20	Grid Color	*000000					Pin Name	PinNumber	Pad Number	Pad Size	
	Grid Shile	Rececco					E	1	1		
	Gild Signe	ine v					2 =	2	2		
	Grid Size	10					C 0	3	3		
	Snap	Yes 👻									
	Snap Size	1									
1	Alt Snap	1		0				-			
(V)	- Custom Pro	perties		File Edit	Place Forma	t View	Tools Ad	var			- Update Forgent Canvas (9)
()	Add Into BOM	Yes 🗸		New		Project					Contraction of the second seco
	Convert To PCB	Yes 🗸		😁 Open	•	5 Schem	atic				
Y	Name	TR.		Save	Ctrl+S	PCB				an is is	
	Footprint		-	Save Ae	ourio			-	13	มไทสร้างเอ	4
	Pre	02	ĮΥ	Save As.	Save As		I.				
	Sumilar	University of		Import 🛃		Footpr	int				
	Outputer Dark	Unknow •	\bigcirc	Expert		3D Mo	del		-		
	Supplier Part			ap Export		The Spice	Symbol				
	Manufacturer			/ File Sour		- opice i	-,				
				2		1 Schem	atic Module				



การสร้างรอยพิมพ์ (Footprint) ของอุปกรณ์ (ต่อ)



การสร้างรอยพิมพ์ (Footprint) ของอุปกรณ์ (ต่อ)



Unive.								- Canvas Pro	perties
ahanakorn U.	/							Units	mil 🗸
								Background	#000000
				1.50 1.100 1.5	0 0 50	Rect Prope	rties	- Grid	
lace Format View	Tools			Layers and Objects 🕺 🖈 🔘 —	Footprint Tools -	Layer	TopSilkt 🗸	Visible Grid	Yes 🗸
Track	W			All Copper Non-Copper Object	207 TOCO 8	Start X	55.000mil	Grid Color	#FFFFFF
Pad	P			TopLayer OD Rottomi aver	x er l d x 🛈	Start Y	-105.000mil	Grid Style	line 🗸
Via	V			TopSikLayer		Width	10.000mil	Snap	Voc v
Hole						Height	10.000mil	Grid Size	40.000mil
Solid Region	N					Fill	No 🗸	Gild Size	10.000mil
Dimension	N	000 81211100 001110000				Stroke Width	10.000mil	Snap Size	5.000mil
Set Canvas Origin		By Mouse Location	Home			Locked	No 🗸	Alt Snap	10.000mil
Text	S	By Coordinates	Ctrl+Home			Expos	e Copper	Other	
Arc		By Center of Pads	Ctrl+End			• ID	gge53	Routing Width	10.000mil
Circle	C					Mouse-X	-250.000mil	Routing Angle	Line 🗸
Image					2	Mouse-Y	-70.000mil	Remove Loop	Voc. 14
Protractor						Mouse-DX Mouse-DX	-159.000mil	Out Officerees	Tes •
Rect						mouse-on	00.000111	Cut SikScreen	Yes 🗸
								 Custom Prop 	perties
								Footprint	TO-92A
								Pre	Q?
								000000000000000000000000000000000000000	
								3DModel	

การเพิ่ม 3D ลงในรอยพิมพ์ แสดงดังรูป

Filter by keyword Q Keyword to-92 Keyword: to-92 Keyword: to-92 Classes: LCSC(52) T0:70:92:3_L6:1-W5:0-H11.0-F T0:92:3_L6:1-W5:0-H11.0-F T0:92:3_L6:1-W5:0-H11.0-F T0:92:3_L6:0-W5:6-FH 224 Filter 2:3_L6:1-W5:0-H11.0-F Fi	A
Keyword: to-92 Classes: LCSC(52)	
10-3229-4_L0-3-W1.6-H0.1 11-170-922, 14.6-W3.6-P1.271 11-170-923, 14.6-W3.6-P1.271 11-170-923, 14.6-W3.6-P1.271	1.50-L
Adjustment Auto 3D Model Preview 010-92-3_L5.2-W4.2-P2.54.	-1
พังธ์ที่ 181.102mil 10.922-3_L4.1-W1.7-P2.204 พังธ์ที่ 141.732mil 170.923_L4.1-W1.5-P1.27-4 พังธ์ที่ 141.732mil 170.923_L4.9-W3.7-P1.27-4 มาพาระบบสูง 19.807mil 19.807mil	.54 .27-R
Y: 7.5mil 10.921-3_L5.2-W2.5-H8.7-4	1.27-L 27
2. 0mil Rotation Z: 90 10 10-92UA_L4.0-W1.6-P1.27 10 10-92-3_L4.8-W3.7-P1.27-1 10 10-92-3_L4.8-W3.7-P1.27-1 10 10-92-2_L4.9-W3.7-P1.27-1 10 10-92-2_L	L -1
Rotation X: 0	





การเพิ่ม 3D ลงในรอยพิมพ์ (ต่อ)

hanakorn University		Google		https://imagetostl.com	Suriya Witthaya	pradit tl
	Q STEP to WRL Cor	nverter Online X	= 🕹 🖸			
	ค้มร	หาด้วย Google ดีใจจัง ดันแล้วเจอเลย	Save as 3D Model			
		แสดง Google ใน: English	Owner:	w.suriya	- Create Te	am
			Model Unit.	Default 🗸		
ile Edit Place Forma	t View Tools Adva	r	3D File:	TO-92.wrl		Add file Help
Open +		โหลดจากที่บันทึกไว้	Tags:	Split by ',' for multi tags		•
Save Ctrl+S	PCB		Model List	T 0-92		
Save As	€ Symbol	0				
Import +	Footprint	2				
Export +	3D Model	-				
File Source	Spice Symbol		Sa	ave แล้วไปเพิ่มในช่อง 3DModel	. อีกครั้ง	
	Schematic Module PCB Module					~

กำหนดจุดศูนย์กลางกับการสร้าง Board OutLine แสดงดังรูป

	11					Suriya W	itthayapra	adit	
		(Tools Fabrication	Advanced					
Mahanakorn Unit			Cross Probe	Shift+X					
			Net Color Layer Manager Copper Area Mana 3D Model Manager	ger	Set Board Outline		÷		×
Place Format View De	esian Route	Tools Fabrication Advanced S€	Set Board Outline		Туре				
Footprint	Shift+F 2D	30	Teardrop		⊖ Rectangu	lar O Circular	۲	Round Rectangula	ar
°L∝ Track ⊙ Pad ም Via	W P V [-50	0 500	Panelize Batch Vias for Cop	per	Round Recta	angular			
 ☐ Hole ☐ Copper Area ☐ Solid Region 	E				Start X	0.000 mil	Start Y:	1400.000 m	ul
Dimension Set Canvas Origin	N	By Mouse Location Home			Width:	1400.000 mil	Height:	1400.000 m	иI
T Text Connect Pad to Pad ○ Arc	S O	By Coordinates Ctrl+Home			Radius:	100.000 mil			
 Circle Image ∠ Protractor Rect 	c							Apply	Cancel

ect	0 % 0	B BOM	PCB Information	
	G Components (18) ℃ C1 (10uF) C2 (10uF)	 PCB Fabrication File(Gerber) Pick and Place File PCB Information 	Size: Signal Layers:	1400mil x 1400mil 2
) E nonly ary	 C3 (10uF/16V) D1 (LED-TH-3mm_G) D2 (LED-TH-3mm_G) D3 (LED-0805_R) 	 One-click Order Parts One-click Order PCB/SMT 	None Signal Layers: Components: Pads:	10 18 41
k ary	DC1 (DC005-2.0MM) Q1 (2N3904(SOT-23)) Q2 (2N3904(TO-92))		Surface Pads: Plated Through-hole Pads: None Plated Through-hole Pade:	14 27
SC ts	Q3 (2N3904(TO-92)) Q4 (2N3904(SOT-23)) R1 (1k)	Fee Stat © *THPCA 100 □ 2 0 • © conposets (18) 0	Holes: Vias:	2
РСВ	R2 (10k) R3 (100k) R4 (100k) Carrows	Concession (1) Concess	Nets: Length of Tracks:	11/11 4758.43mil
Port	R5 (10k) R6 (1k) Lbrey		Copper Areas:	1

ตรวจสอบการออกแบบกับรายละเอียด PCB แสดงดังรูป

มาตรฐานต่าง ๆ ของ IPC แสดงดังรูป





มาตรฐานต่าง ๆ ของ IPC (ต่อ)





3.8 การสร้าง Panel ของแผ่นลายวงจรพิมพ์ แสดงดังรูป

	● V-CUT ○ Star	mp Hole O No Panelize
Cools Eabrication Advanced	Quantity	_
	Column	2
Cross Probe Shift+X	Row	2
Not Color	Column Spacing	78.740mil
Net Coloi	Row Spacing	78.740mil
Layer Manager		
Copper Area Manager	Border and Marking	
00 M - 1 - 1 M	Create Border	Yes
3D Model Manager	Border Height	6mm
Set Board Outline	Border Position	Top and Bottom
	Create Positioning Holes	Yes
Teardrop	Create Fiducial Marks	Yes
Panelize		
Batch Vias for Connor		



3.9 การสร้างไฟล์รายการอุปกรณ์ของวงจรพิมพ์ (BOM) แสดงดังรูป

1aL	0	Unive	🚺 New		,		Eve	of PCR BOM									
anana	korn		😅 Open		•		ID.	Name	Designator	Footprint	Qu	Manufacturer Part	Manufactu	Supplier	Supplier P	art	Price
			Save		Ctrl+S		1	2.2uF	C1	CAP-03.0xF1.5	1					Assign LCSC Parte	
			Save As			-	2	1uF	C2.C5	CAP-D3 0xF1.5	2					Assign LCSC Partit	
			Sava As Modula				3	10nf	C3	C1206	1	?				Assign LCSC Parte	
			Care ris module				4	0.1uF	C4	C1206	4	?				Assign LGSC Partil	
			Import				5	100nF	C10,C11	C1206	2	?				Assign LCSC Partil	
			Export				6	4.7uF	C12	CAP-D6.3xF2.5	1					Assign LCSC Parte	
			B Export BOM				7	DB207S(6	D2,D3,D4	DBS_L8.4-W6	3	DB207S(60MIL)	Shandong .	LCSC	C350427	Assign LCSC Parte	0.056
			Concerte PCB Eshricatio	n File(C	Serber)		8	LED-0603_R	LED1,LED	LED0603_RED	3	19-217/R6C-AL1M2V	EVERLIG	LCSC	C72044	Assign LCSC Partil	0.019
			S Export Dick and Diaco E	14	por bor y		9	CONN-TH	P1,P2,P3,P4	CONN-TH_2P	4			LCSC		Assign LCSC Parte	
			Col Export Flox and Flace Fi	ie			10	330	R1,R2,R3	R1206	3					Assign LCSC Partil	
			/ File Source				11	1k	R4.R5.R6.	R1206	6					Assign LCSC Parter	
							12	10K	R10	R0805	1	0805W8F4701T5E	UniOhm	LCSC	C17673	Assign LCSC Partil	0.002
1 months						100 1	13	HDR-F-2	SERIAL	HDR-F-2.54_1	1			LCSC	C146690	Assign LCSC Partil	0.079
(Lange)		100					14	HDR-F-2	Select Properties			×		LCSC	C225501	Assign LCSC Partil	0.071
ianti Digita	Campetition	2.2%	× Q Antoine	Fata to Pr	an ()			07140050	Contract In					1000	C9900013	701	
sibera .	nyana sp	an symbol					1			e same parta preiorea in o	THE LODY	(a)					>
		a TeaPartella	Easteries	Value	A.08081 -				00						And share share		
Anyword to Pille		D UNKEY BERTELEN	- O 19 crass	2.24	Extended				C Name				- 20 EX	KOLL BROW	A rue case	Order Parts Can	(a)
Amplifiers	+	O 00000225425041_C2010115	- St conos	2.247	Extended				Calignator								
Amplifiers	+	C 2544/02584823225	Y CAN BAD LET WITE 1	2.247	Extended				Caroopier								
Analog ICs	+	ACCUTES ACCUTES CONTACT	👩 💱 CAPITH_BDE 0.PS 30-DE 8.PD	100					Guantity								
Audia Reads	-	D SOMH73 2ME/FORK7	Ø ₩ CAP-TH_BE4.0-P1.00-D0.8-PD	124					C Manufacture	crat.							
Annual Constant	Cole III	C1750X7T2E221M250KA	A cana	2.247					Correlar.								
Audio Produ	cts/ +	D FK148581C2256N006	CAPITH_LAS W2 S P2 80.06 5	2.26					Supplier Part								
Capacitors	+	O GRADIBO/DAZISKEDIL	- O H COROD	124	Extended				Price								
Circuit Prote	ction	CKG3DKX78GA2D9K335A+	O M COM	2.264					DRes								
Clock and T	mina	CKOSUKKAKIA(2)/KSIMA/	0 H com	1.00					DiDivosi								
ware with th		C CONTRACTOR CONTRACTOR	W CAP-TH_L45-WES-PE50-005	-					Combitor								
Connectors	+	C CONTRACTOR COMPANY	St class	-					Package Dis	play							
O		- Contraction of the second se	and the second se	-	100				Contra Trans								

การสร้างไฟล์สำหรับวางอุปกรณ์ (Pick & Place) แสดงดังรูป



การสร้างไฟล์ Gerber กับการสั่งต้นแบบ แสดงดังรูป



3.10 การสั่งต้นแบบวงจรพิมพ์กับ JLCPCB.com แสดงดังรูป



การสั่งต้นแบบวงจรพิมพ์กับ JLCPCB.com (ต่อ)

③JLCPCB ≡				USD ~ Order now My f	file w.suriya 🗸 🎽
Standard PCB/PCBA	Advanced PCB/PCBA	SMT-Stencil	3D/CNC	Charge Details Special Offer	\$2.00
				Via Covering	\$0.00
			IPCA 200	Build Time PCB: 5-6 days 4-5 days 72 hours	\$0.00 \$0.00 \$7.20
← Back to Upload File	Detected 2 layer board of 4	6.99x49.53mm(1.85x1.95 inches)	R	Gerber Viewer Calculated Price Additional charges may apply for s	64:00- \$2.00
Base Material 🥥	FR-4 Flex Alum	inum Copper Core Ro	gers PTFE Teflon	SAVE TO	CART

PCB Prototype & PCB Fabrica → C = cart,)cpc	6: x 🔝 PCB Prototype - ILCPCB x + bcom/quote/TorderType = 1&homeUploadNum = 71fbff399671	47e0b2bc477ae4b8411d8ihomeUploadNum=71fbff3	967147e0b2bc477ze4b84 🕶 🖻	☆ ♀ □ ③ ÷		
PCB Specifications		^	Charge Details	~		
Different Design	0 1 2 3 4		Special Offer	\$2.00		
Delivery Format	Single PCB Panel by Customer Panel by	y JLCPCB	Surface Finish	\$0.00		
PC8 Thickness	0 04 05 0.8 1.0 1.2	16 2.0	Build Time 💿			
PCB Color	Green Purple Red	Yellow Blue White	PCB: O 2 days 24 hours	\$0.00 \$7.10		
	Black		Calculated Price	54-00- \$0.00		
Silkscreen	o vinite		Get Free Pi Additional charges may apply for goes	IR by EasyEDA project >		
Surface Finish	HASL(with lead) LeadFree HASL ENIG		SAVE TO CA	RT		
High-spec Options		^				
Outer Copper Weight	0 1 02 2 0Z		Shipping Estimate	\$1.54		
Via Coverino	Tented Unterted Plugged Epoxy Fil	led & Capped	✓ Economical Global Direct Weight ⊚	8-11 business days 0.14kg		
	Copper paste Filled & Capped					
Board Outline Tolerance	±0.2mm(Regular) ±0.1mm(Precision)			0		
Confirm Production file	0 No Yes			<u>e</u>		
Remove Order Number	No Yes Specify a location	PCB Assembly			Coupon Free Assembly for your PCB order	0
Flying Probe Test	Fully Test					
Gold Fingers	No Yes					
Castellated Holes	No Yes	Stencil			Order together with PCB	\bigcirc

การสั่งวางอุปกรณ์บนแผนวงจรพิมพ์กับ JLCPCB.com แสดงดังรูป

				Z TRANS Z	3	PCBA Type: Assembly B PCBA Oy:
0	Assemble top side	0	Assemble bottom side			1
PCBA Type	Economic Standard	Vitada Ibs. Afference?				
Assembly Side	Top Side Bottom Side	Both Sidee				
PCBA Qty	0 5 2					
Tooling holes	Added by JLCPCB Added	by Customer			MUT Mahanakorn University	
Confirm Parts Placement	O No Yes				of Technology	
Advanced Options						
Advanced Options Photo Confirmation	No v	Board Cleaning 🕞	No. v			
Advanced Options Photo Confirmation	No ~	Board Cleaning () Bake Components ()	No v No v	<u>^</u>		
Advanced Options Photo Confirmation Conformat Coating Packaging	No ~	Board Cleaning () Bake Components () Depanel boards & edge rail before devery ()	No v No v No v			
Advanced Options Photo Confirmation Conformat Coating Packaging Solder Paste	No v No v Antistatic bubble film v Sin66 5%, 4g3 0%, C v	Board Cleaning () Bake Components () Depanel boards & edge rail before delivery () Add paste for unopoulated pad & step starci oponing ()	No v No v No v	^		
Advanced Options Photo Confirmation Conformat Coating Packaging Solder Paste Others	No ~ No ~ Antestatic bubble film ~ Sind6 5%, Ag3 0%, C ~ No ~	Board Cleaning () Bake Components () Depanel boards & edge rail before delivery () Add pate for unopoulated pad & step stencil opening ()	No ~ No ~ No ~ No ~	^		



การสั่งวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์กับ JLCPCB.com (ต่อ)

		PCB	Why JLCPC	B?	Cap	abilities	Su	oport	Resourc
Gerber_STI	M32_STM	32_2024-02	-10 2						
PCB	Bill of	Material	Componen	t Plac	ement	s (Quote 8	& Order	
Top Side	Total 1	7 parts de	ected 11 Parts confir	med	2 parts	s Inventory s	shortage	4 part	s not selecte
21,22,23	114007	D0-41 802.4	1N4007 C106903		17	J.CPC8	Extended	\$0,2057 (0)	-
LED1,LED2,LED3	LED-0603_R	LED0603_RED	19-217/R8C-AL1M2VY/ST C72044 E:0:07/07/07 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010 - 4010	a	20	8 JLCPC8	Extended	\$0.1408 0	12 shortfall
LED1,LE02,LE03 STUNK	LED-0603_R HDR-F-2.54	LED0603_RED HDR-F-2.54_1X4	19-217/R9C-AL1M2VY/3T C72044 3551/599/538-40°C-+85°C 617.5mm Red 12 A2541HWV-4P C225501 2.54mm Plugin Gold 4P Brass Straight 1x4P	, Q	20 6	8 JLCPC8 1 JLCPC8	Extended Extended	\$0.1408 () \$0.0666 ()	12 shortfall 5 shortfall
LED1.LED2.LED3 STUNK For below not match	LED-0603_R HDR-F-2.54 hed parts, try our M	HDR-F-2.54_1X4 HDR-F-2.54_1X4 Ianual Parts Belection	19-217/995-AL1M2VYIST C72044 元前近期活動。40°C→45°C 817.5nm Red 12 A2541HWV-4P C225501 2.54mm Plugin Gold 4P Brass Straight 1x4P 0>	, Q , Q	20 6	8 JLCPC8 1 JLCPC8	Extended Extended	\$0.1408 () \$0.0666 ()	12 shortfall 5 shortfall
LED1,LE02,LE03 STUNK For below not match 02,05	LED-0803_R HDR-F-2.54 hed parts, try our b 1uF	LEDORG_RED HDR-F-2.54_1X4 Ianual Parts Delection CAP-03.0+F1.5	19-217/R9C-AL1M2VY/3T C12044 30/8/8/8/8/8/-407C+435/c17.5mm Red 12 AS4514WV44 C228201 2.54mm Plugin Gold 4P Brass Straight terP n > No Part Selected	, Q Q Search Q	20 6 Pre-order	8 JLCPC8 1 JLCPC8	Extended Extended	\$0.1408 () \$0.0666 ()	12 shortfall 5 shortfall
LED1,LED2,LED3 STUINK For below not match C2,C5 C12	LED-0803_R HDR/F-2.54 hed parts, try our M 1xF 4.7xF	LEDOROS_RED HOR-F-2.54_1344 Innual Parts Belecti CAP-03.0+F1.5 CAP-08.3+F2.5	19-217/RBC-AL 19/2Y/37 (212) 2/3/2/19/29/1-07 (2017) Amr. Red 12 Additional Additional A	Search Q	20 6 Pre-order Pre-order	8 JLCPC8 1 JLCPC8	Extended Extended	\$0.1408 (0 \$0.0666 (0	12 shortfall 5 shortfall
LED1,LED2,LED3 STLINK For below not mated C2,C5 C12 P1,P2,P3,P4	LED-0803_R HDR/F-2.54 hed parts, try our \$ 1uF 4.7uF CONN-TH_2	LEDOROS_RED HDRF-2.54_1XH CAP-03.0+F1.5 CAP-06.3+F2.5 CONN-TH_2P	19-21799C-AL102/VY3T C7204 Subdiffettilla -Van Hist 12 A25419W-U49 - C225501 2.54mm Plogin Gold 4P Brass Straight 1x4P IN Plant Selected No Plant Selected No Plant Selected	Search Q Search Q Search Q	20 6 Pre-order Pre-order Pre-order	8 & CPC8 1 & CPC8	Extended Extended	\$0.1408 (0 \$0.0666 (0	12 shortfall 5 shortfall

РСВ	Bill of Materi	als	Co	mpone	ent P	lacen	nents		(Quote & (Order							Automatica	ly saved, last up	idated on 10 I	February, 08:15
ক ⊃	⊂ ⊕ €	1	(C)	æ	43	42	٥D	¢Ϊ	90	•	2D	3D		Simplify Mod	el Top	Bot	tom	Top Designator	JLCPCB Part #	Comment	Footprint
Selec	t all top parts														173			C1	C386165	2.2uF	CAP-D3
													Rev.24.02	00			a,	C3	C1846	10nf	C1206
												. dl						C4	C24497	0.1uF	C1206
										0		201		- AL				C10,C11	C24497	100nF	C1206
												ZI ULICO	R4 L	C.				D2,D3,D4	C350427	DB207S(DBS_L8.4
													CLU	a na	20			R1,R2,R3	C2078683	330	R1206
											E							R4,R5,R6,R7,R8,R9	C3018015	1k	R1206
											Ē	10 ct2		2 R3 R0	reity	9		R10	C17673	10К	R0805
												PIQ	Mai	anakorn Unit				SERIAL	C146690	HDR-F-2	HDR-F-2
												0	of					U6	C173386	SC1117-3	SOT-223
																		Z1,Z2,Z3	C106903	1N4007	DO-41_B_



แผ่นวงจรพิมพ์แบบอ่อน (Flex PCB) แสดงดังรูป



ขีดความสามารถในการผลิต PCB ของ JLCPCB แสดงดังรูป

JLCPCB Why JLCPCB	Capabilities Support	Resources	Order now My file w suriya
PCB Manufac Capabilities Know JLCPCB's Capabilities & Gr	turing & Assen at your PCBs Built Fast	mbly	
Rigid PCB	Flex PCB	PCB Assembly	
PCB Specifications			~
Peatures	Capability	Notes	Patterns
Layer count	1-20 Layers	The number of copper layers in the board.	
Controlled Impedance	4/5 layer, default layer stack-up	e ² <u>Controlled Interdance PCB Laver Stackup</u> e ² <u>ACPCB Impedance Catculator</u>	

การคัดลอก Project จากแหล่งเปิด (Open Source) แสดงดังรูป



การสร้างทีมงานใน Project แสดงดังรูป

Atahanakorn Universit	Place Format View Design Route Tools Fabri Q 코 쇼 Q Q 것 10 40 0 0 0 20 30 0		_
All Projects(22) Opened P Friget Filter All VSuriya C Suriya C Suriya Filter	tojeds: Start	Prover langt to x +	× 301
Design Concerning Conc	Close Project Migrate to Pro Edition Clone More Manage Project 0 View Varion + Edit	Frequents © Altrigents Frequents + Altrigents > TuBCA Extension Tus Queue Maller East Extension Extension Tus Queue Maller East Extension Extension Tus Queue Maller East Extension Control Control	Datiente
Contractions Contractions Contractions Support	New Schematic New PCB Collapse / Expand	Regide Br C Add Member 1 Prior Project Next Project Next Project	

การโอนจาก Std Edition ไปสู่ Pro Edition แสดงดังรูป



EosyEDA File (F3) Edit (Z)	View (F6) Place (F7) Design (D) Route (C) Layout (O) ~ Q V2.1.44 Personal ~	(A synchronizing 0) E	4 🍠 🛞	wss
	2D 3D [2 A Normal mil - ⊞ ◎ 주 ⊡- []- (]- ()- ()- /- T /- 2	한 DRC 입 것 Line 48	5° 👻 🖳	• 6
Page Net Componen Object	Start Page 🔂 • STM32 D Sheet_1.STM32	PCB	Selected Ob	ojects
Q V Q	2-546 F 2000 F 2	- Document		
B STM32_2024-02-07_12-16-34		Unit	mit	- 53
E STM32	Rev.24-02	Grid Type	Grid v	1.,
□ 51M32		Bold Grid Type	None v	1
		Bold Grid Ratio	5	
		Grid Size	100	mi
		Snap Size	25	mi
		Snap	Ves. v	đ
		All Page Size		8
		Avit shap size	2	
		 Common Setungs 		
		Start Track Width	Follow Rule	
		Track Width		mi
	1 0 0 Mahanakorn University 1	Start Via Size	Follow Rule	
	2 Of rechnology	\$ 296%	G 100.	100
		X 2670mil	dX 45mi	1

บทสรุป

สิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้

- มีความเข้าใจขั้นตอนในการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์เบื้องต้น
- มาตรฐาน IPC การรู้จักและปฏิบัติตามมาตรฐาน IPC เพื่อลดข้อผิดพลาดในการออกแบบ
 - การปฏิบัติตามมาตรฐาน IPC การออกแบบลายทองแดงตามมาตรฐาน
- วิธีการเขียนวงจรไฟฟ้า การเขียนวงจรไฟฟ้าในระดับวิศวกรรม
 - การสร้างสัญลักษณ์และการเพิ่มข้อมูลอุปกรณ์
- การออกแบบลายทองแดง การออกแบบลายทองแดงตามมาตรฐาน IPC
 - การตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาด

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

- โปรแกรมอื่นๆ พื้นฐานในการเรียนรู้โปรแกรมอื่นๆ เช่น Altium, KiCAD
 - Altium โปรแกรมสำหรับการออกแบบลายทองแดงระดับมืออาชีพ
 - KiCAD โปรแกรมฟรีและโอเพ่นซอร์สสำหรับการออกแบบลายทองแดง