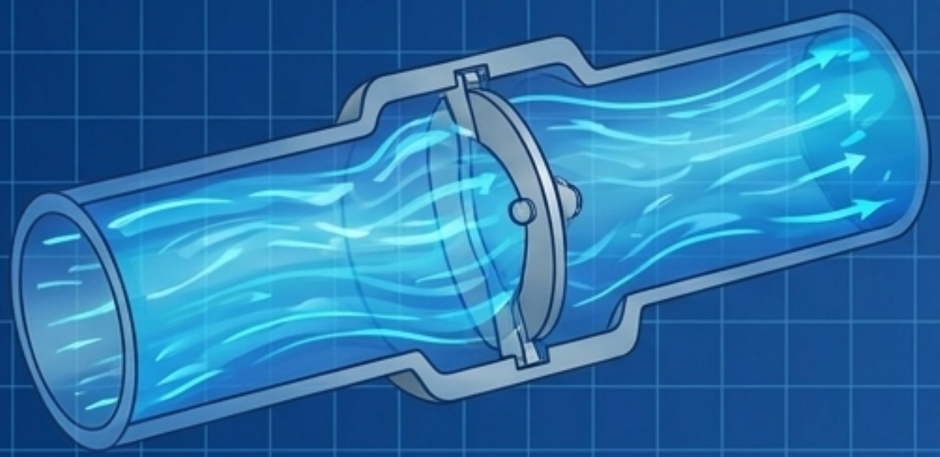
ไดโอดและวงจรการใช้งาน: จากทฤษฎีสู่การจัดการสัญญาณ

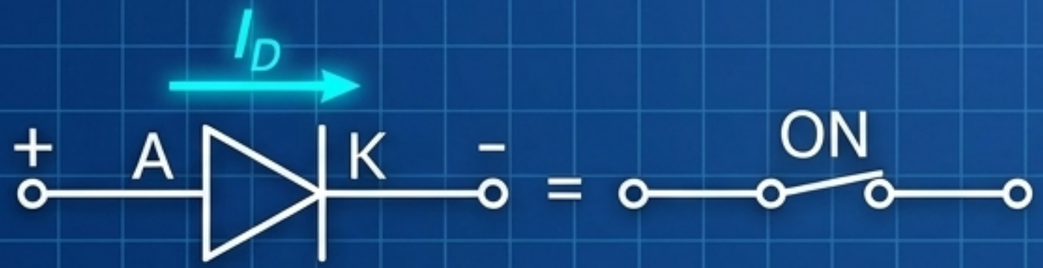
คู่มือภาพสรุปความเข้าใจกลไกทางไฟฟ้าและคณิตศาสตร์ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

NotebookLM

ไดโอดคือ **วาล์วทางเดียว** ของกระแสไฟฟ้า

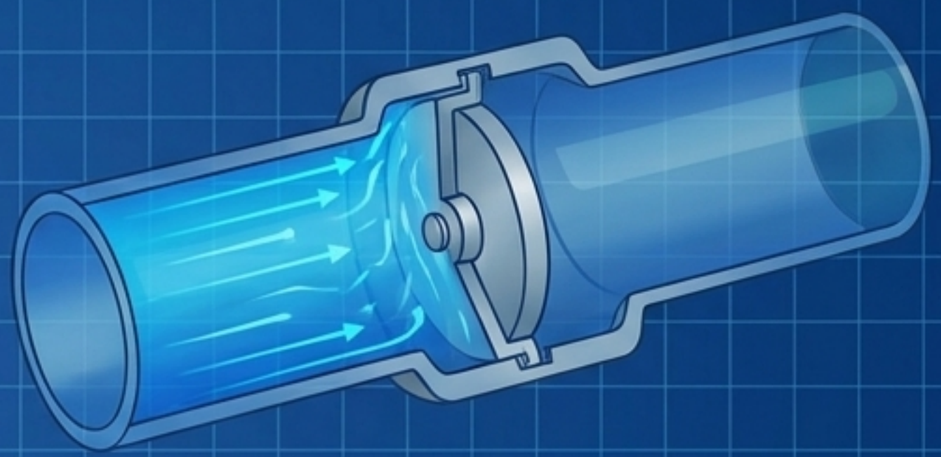
ไบอัสตรง (Forward Bias)

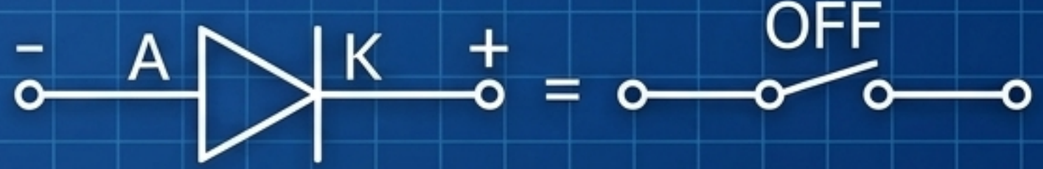




ยอมให้กระแสไหลผ่าน
เปรียบเสมือนสวิตช์ปิดวงจร (ON)

ไบอัสกลับ (Reverse Bias)

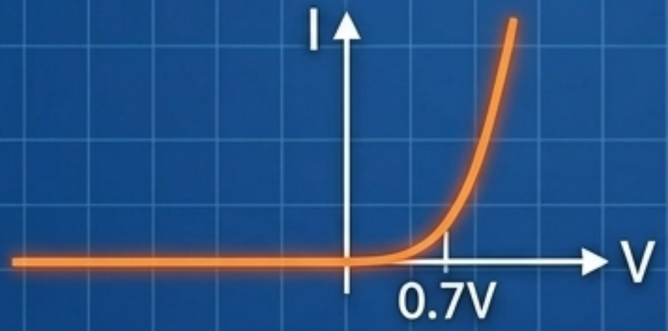




สกัดกั้นกระแส เปรียบเสมือนสวิตช์เปิดวงจร (OFF)
กระแสรั่วไหล (I_S) มีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์

NotebookLM

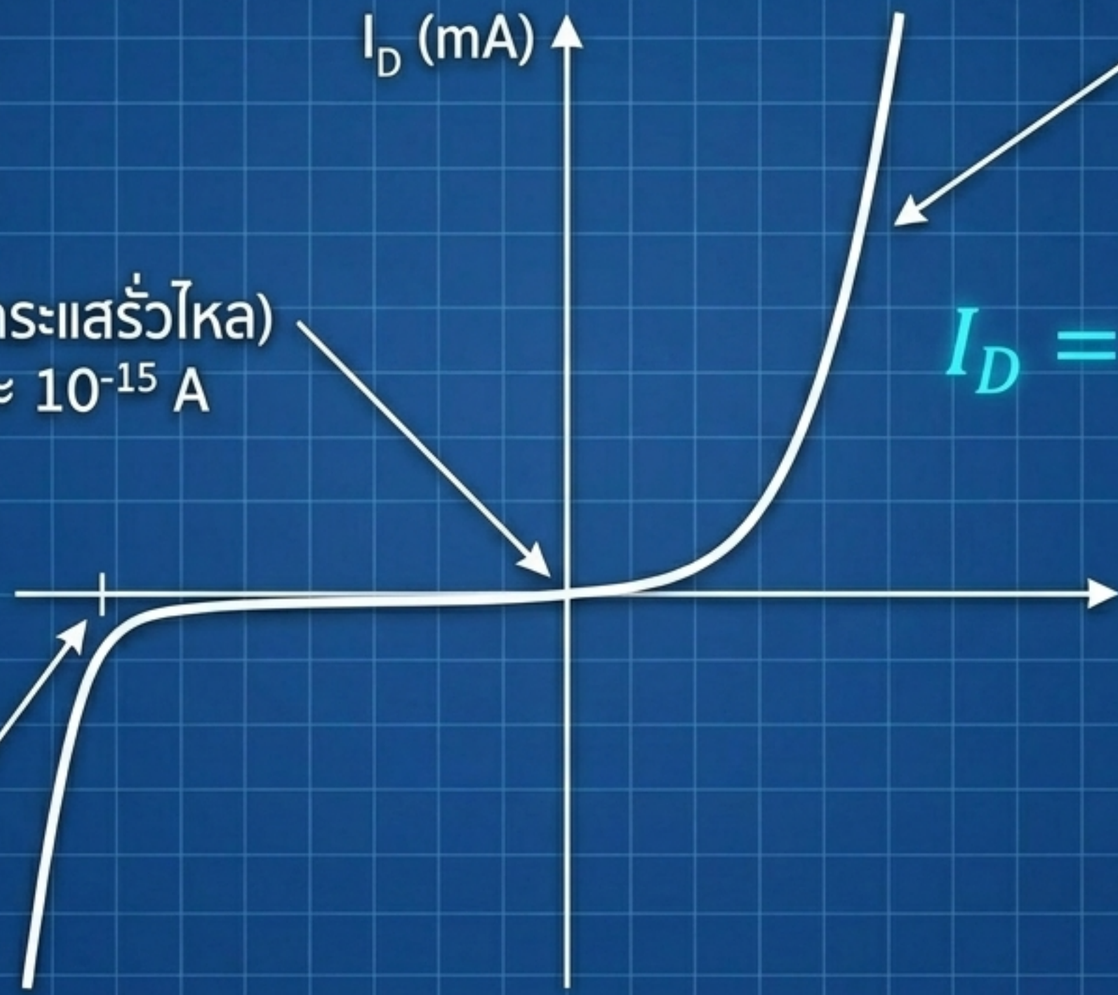
ทฤษฎี (Ideal) vs. โลกความเป็นจริง (Real Silicon Diode)

ชนิดของไดโอด	กราฟ V-I (V-I Curve)	สถานะสวิตช์ & คุณสมบัติ
อุดมคติ (Ideal Diode)		• $V_D = 0V$ • $R_D = 0\Omega$ (Forward) / $\infty\Omega$ (Reverse) • ไม่มีความต้านทานแฝง
ซิลิกอนไดโอด (Real Diode)		• $V_D \approx 0.7V$ • มีค่าความต้านทานแฝงภายใน (R_D) • มีกระแสรั่วไหล (I_S)

ในการออกแบบวงจรจริง เราต้อง**หักลบ 0.7V เสมอ**เมื่อไดโอดทำงาน!

NotebookLM

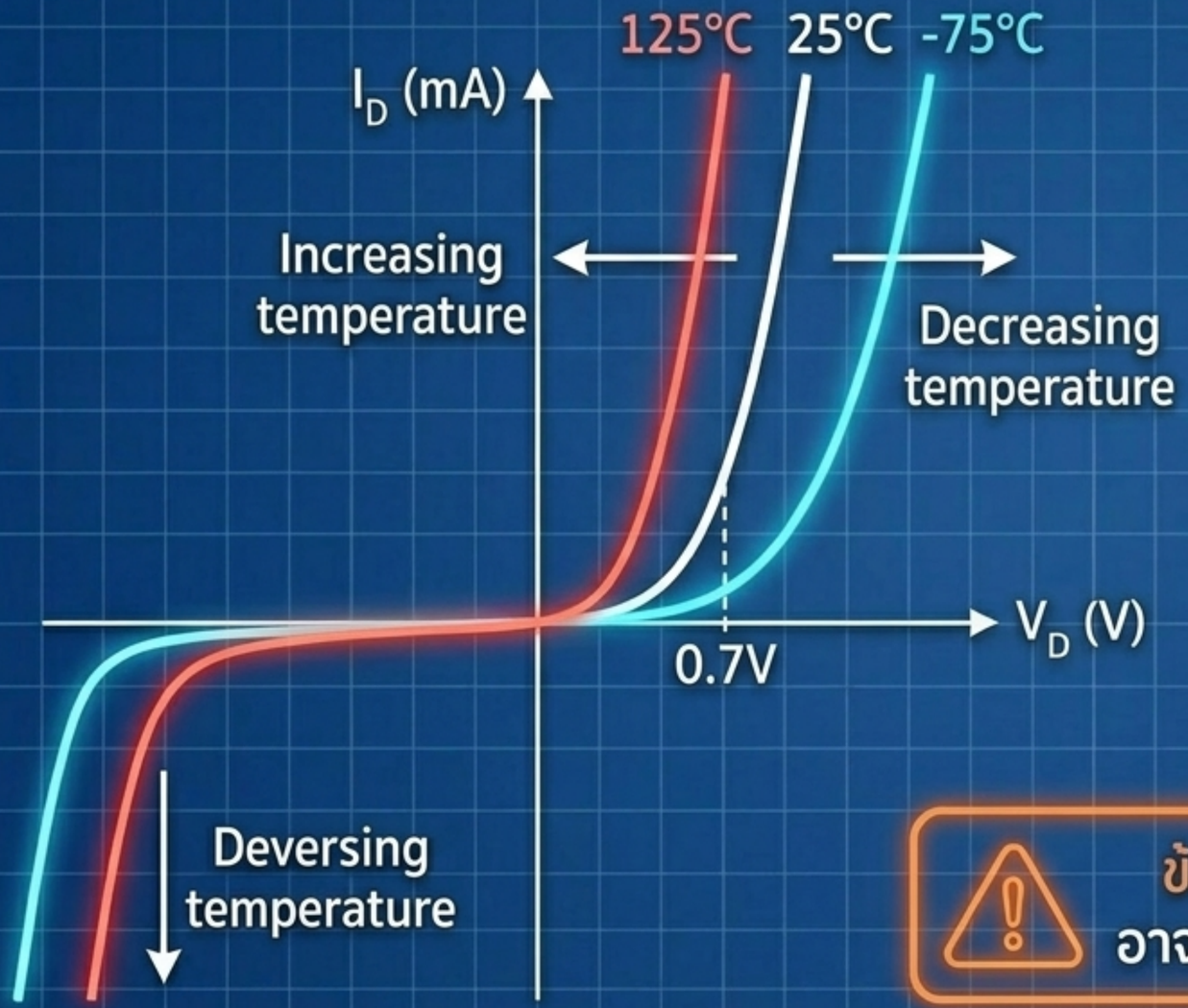
กายวิภาคของกราฟ V-I และสมการช็อกลีย์



$$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1\right)$$

NotebookLM

ความร้อนเปลี่ยนพฤติกรรมของวงจร



Rule 1 (ไบอัสตรง)

ขยับซ้าย 2.5 mV ต่อทุกๆ 1°C ที่เพิ่มขึ้น
(แรงดันตกคร่อมลดลงเมื่อร้อนขึ้น)

Rule 2 (ไบอัสกลับ)

กระแสรั่วไหล (I_S) ของซิลิกอน
เพิ่มขึ้น 2 เท่า ทุกๆ 10°C

ข้อควรระวัง: วงจรที่ทำงานสมบูรณ์ในห้องแอร์
อาจพังทลายในที่กลางแจ้ง หากไม่คำนึงถึงอุณหภูมิ!

NotebookLM

ถอดรหัส Datasheet: ตัวเลขเหล่านี้แปลว่าอะไรเมื่อต่อวงจรจริง?

V_{RRM} (Peak Repetitive Reverse Voltage)

ขีดจำกัดแรงดันไบอัสกลับ (PIV) วงจรจะระเบิดไหม? ให้ดูค่านี้ (เช่น 50V สำหรับ 1N4001)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V_{RRM}	50	100	100	150	150	200	V
Separai instaad Voltage	V_{RRM}	30	20	20	20	20	20	V
Average Rectified Forward Current	I_O	1.0						A
Non-Repetitive Peak Surge Current (1 cycle)	I_{FSM}	30						mA
Maximum ar Computing Large-Jhvre Channel conttaned ifield	T_C	0.75						°C

I_O (Average Rectified Current)

กระแสต่อเนื่องสูงสุดที่ทนได้โดยไม่ไหม้ (เช่น 1.0A)

I_{FSM} (Peak Surge Current)

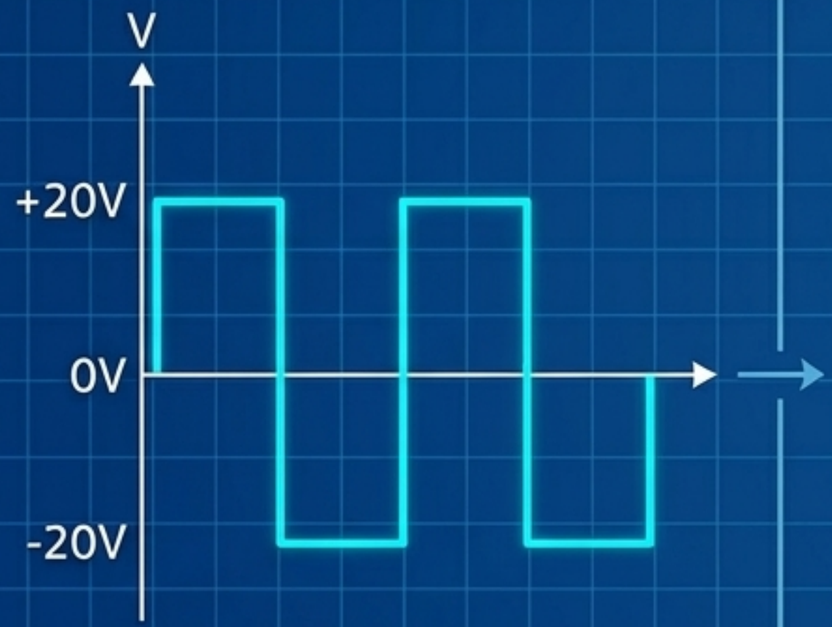
กระแสกระชากสูงสุดที่ทนได้ชั่วขณะเพียง 1 ไซเคิล (เช่น 30A)

NotebookLM

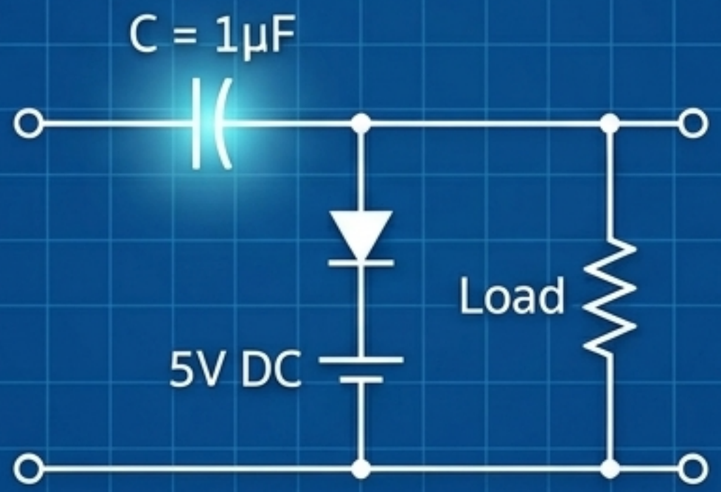
1. วงจรเปลี่ยนระดับสัญญาณ (Clamper) - ลิฟต์ยกรูปคลื่น

เปลี่ยนระดับฐาน DC ของสัญญาณสลับ โดยรักษารูปทรงเดิมไว้ 100%

Input

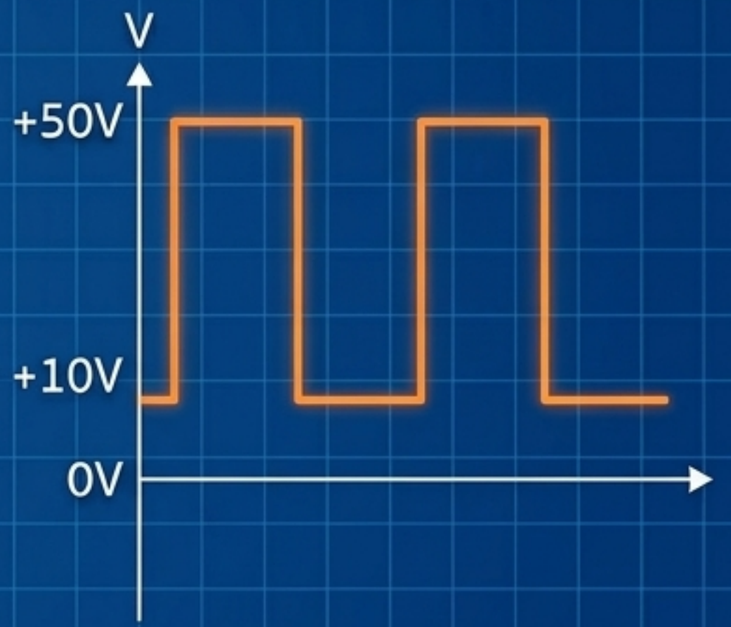


Circuit



ตัวเก็บประจุทำหน้าที่เสมือน
แบตเตอรี่สำรอง (V_C = 25V)

Output

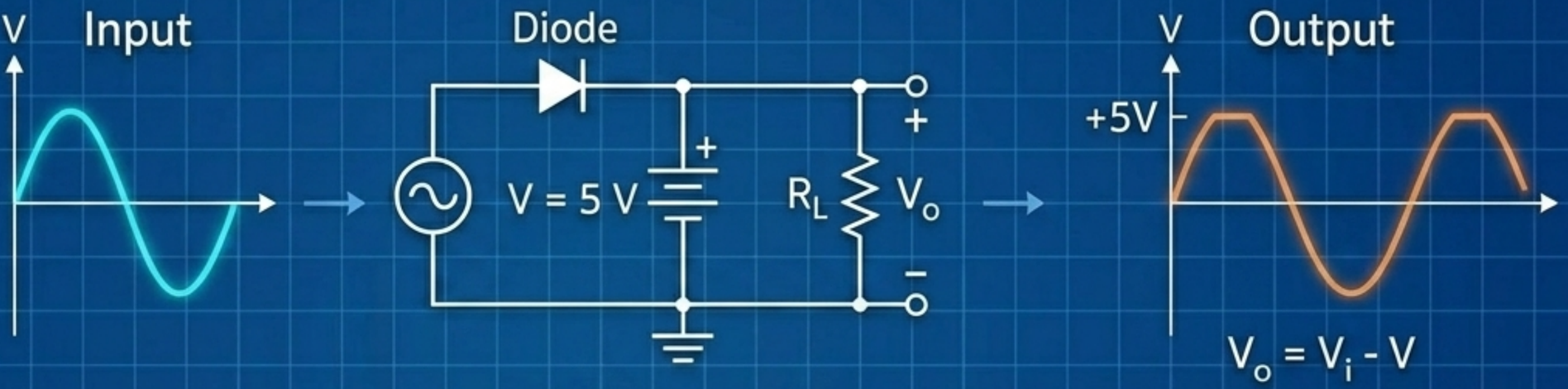


NotebookLM

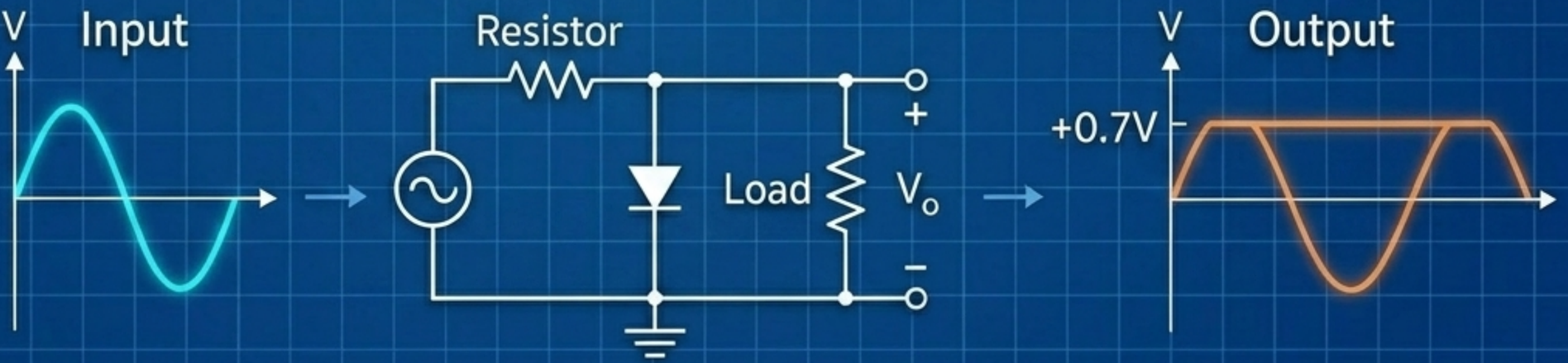
2. วงจรตัดรูปคลื่น (Clipper) - กรรไกรตกแต่งสัญญาณ

หั่นส่วนบนหรือส่วนล่างของคลื่นทิ้งเพื่อป้องกันแรงดันเกิน

แบบอนุกรม (Series Clipper)



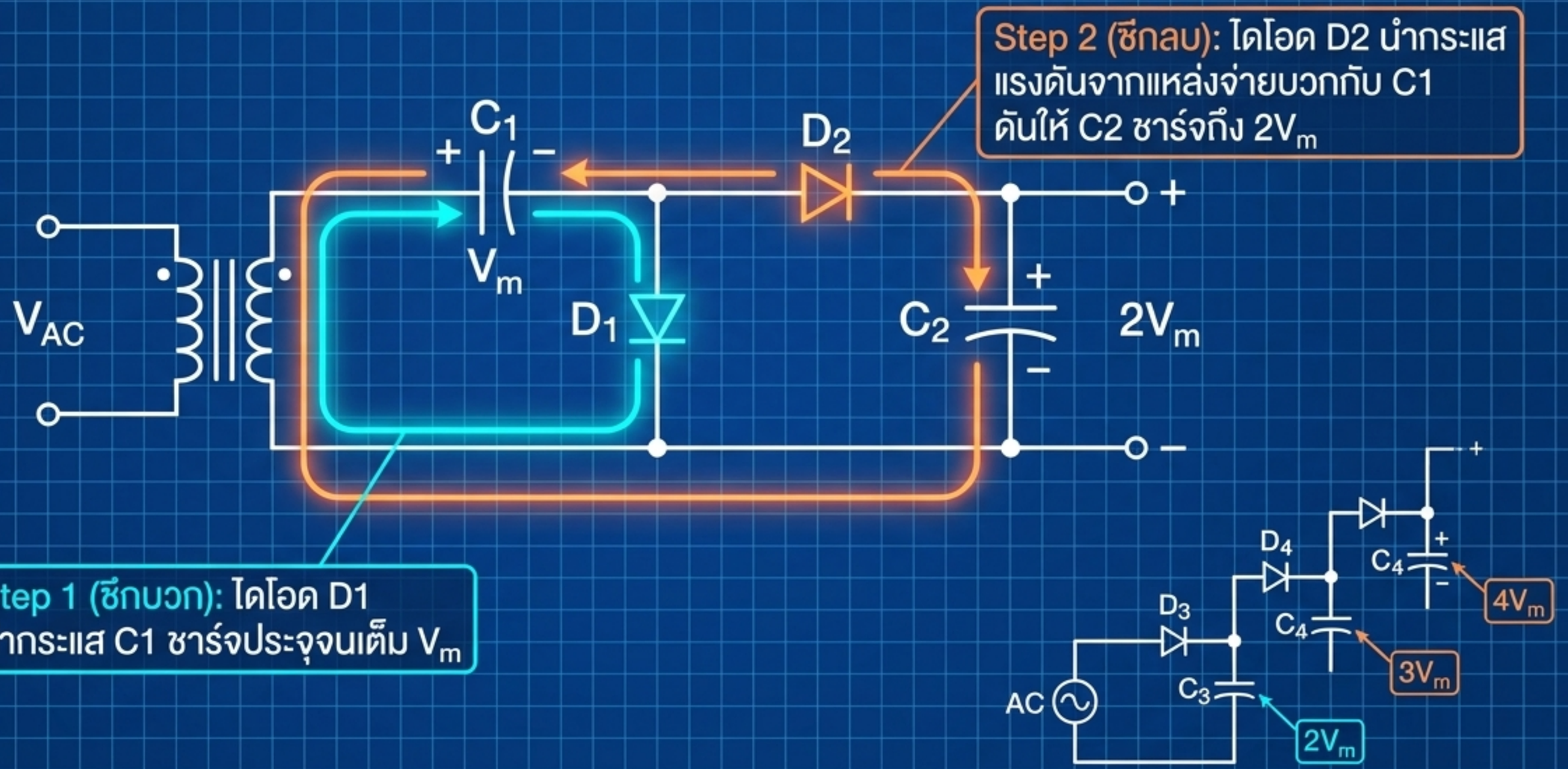
แบบขนาน (Parallel Clipper)



NotebookLM

3. วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier) – บันไดเพิ่มพลังงาน

ใช้ไดโอดและคาปาซิเตอร์ทำงานสลับจังหวะ เพื่อปั๊มแรงดันเป็น 2 เท่า, 3 เท่า หรือ 4 เท่า



NotebookLM

4. วงจรเรียงกระแส (Rectifiers) – ภารกิจเปลี่ยน AC เป็น DC

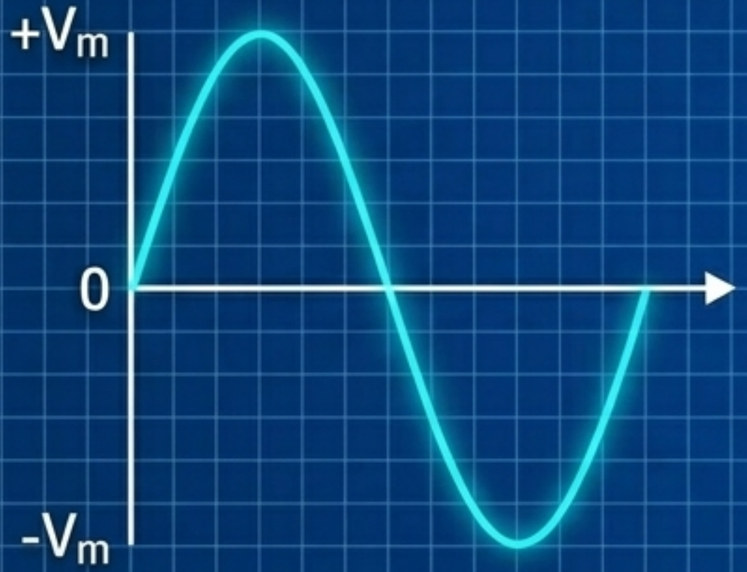
ใช้กละรแส พลิกกลับคลื่นซีกะกลบให้ขนซีกบวก และเกลี่ยให้เรียบที่สุด!

เป้าหมายหลัก: พลิกกลับคลื่นซีกลบให้เป็นซีกบวก และเกลี่ยให้เรียบที่สุด!

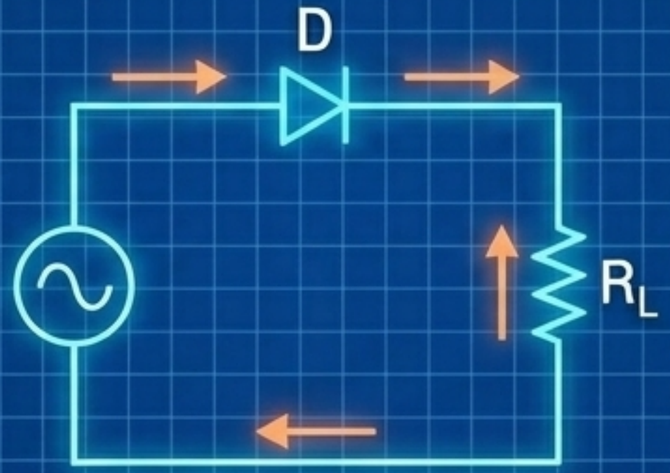
NotebookLM

3. วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier)

ไฟฟ้ากระแสสลับ
(AC Input)



วงจรไดโอดแบบครึ่งคลื่น
(Half-Wave Rectifier Circuit)



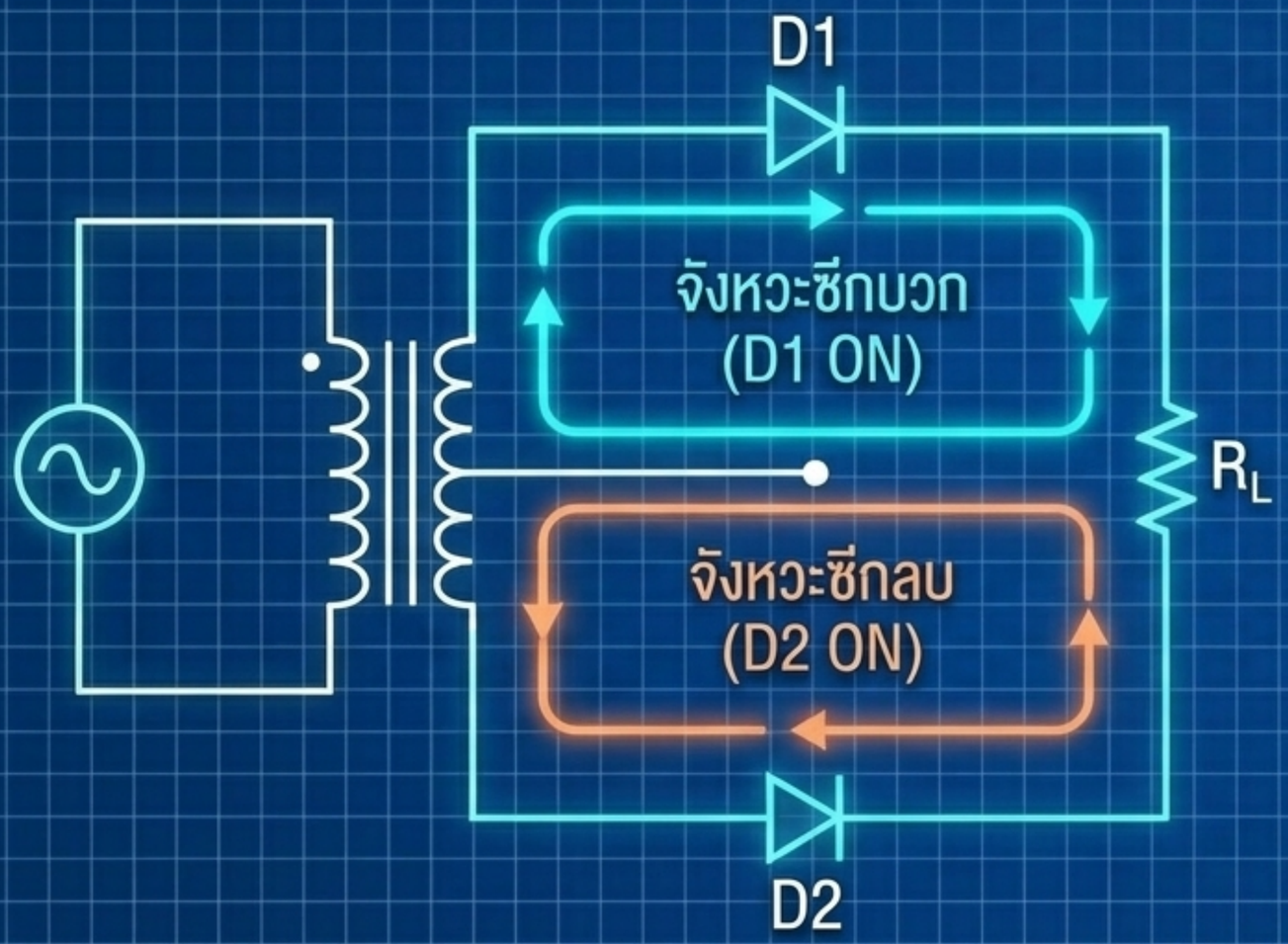
ไฟกระแสตรงแบบครึ่งคลื่น
(Half-Wave Rectified DC)

ค่าแรงดันเฉลี่ย $V_{dc} = 0.318\ V_m$
ได้ไฟกระแสตรงน้อยที่สุด

NotebookLM

2. วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น: แบบเซ็นเตอร์แทป (Center-Tapped Full-Wave)

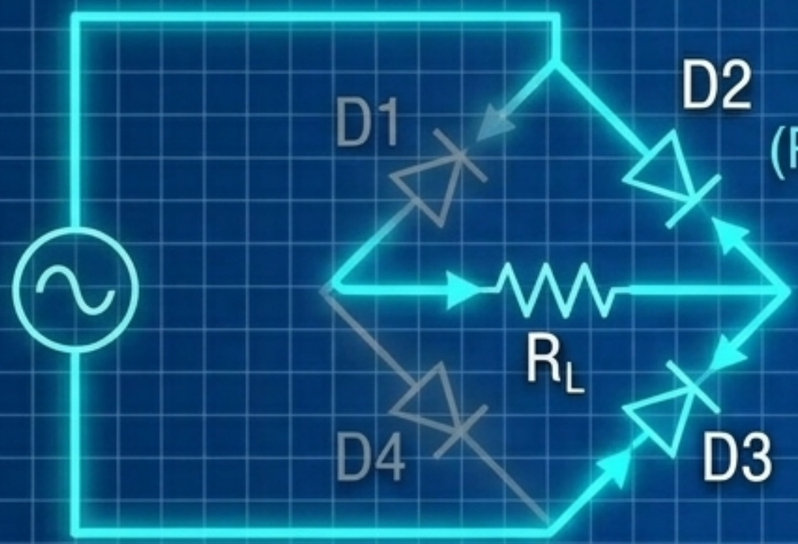
ใช้หม้อแปลงพิเศษเพื่อสลับการทำงานของไดโอด 2 ตัว ดึงพลังงานมาใช้ได้ 100%



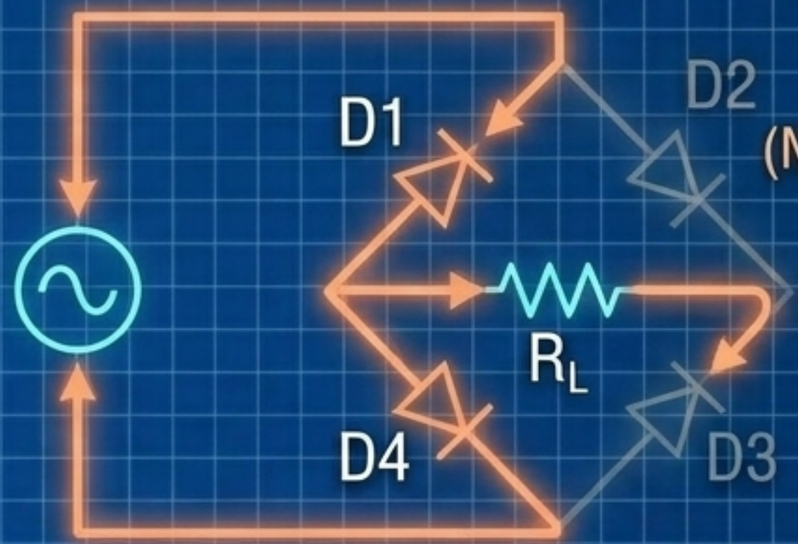
NotebookLM

1. วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น: แบบบริดจ์ (Bridge Full-Wave)

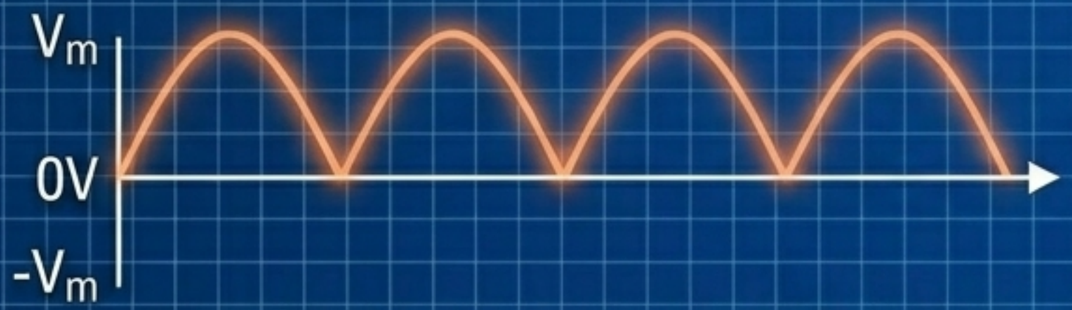
มาตรฐานอุตสาหกรรม: ไม่ต้องใช้หม้อแปลงพิเศษ ใช้ไดโอด 4 ตัวเต้นสลับจังหวะ

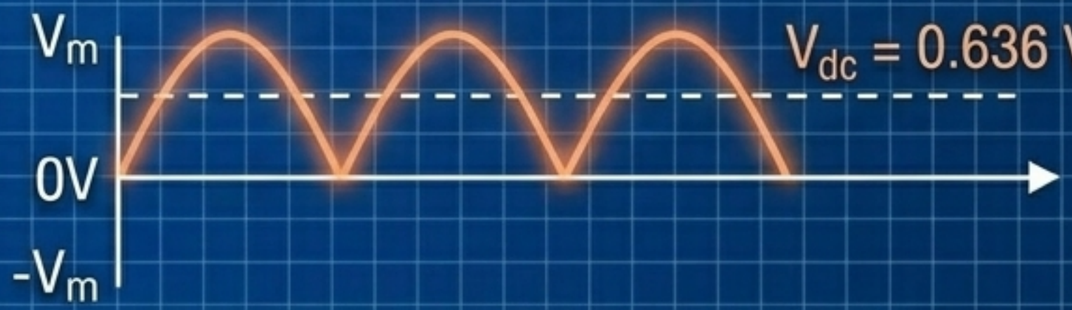


ซีกบวก
(Positive Cycle)



ซีกลบ
(Negative Cycle)

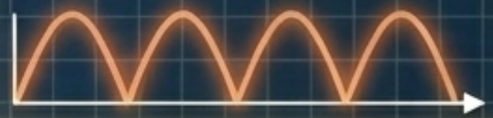




ข้อดีเด่น: ลดภาระแรงดันตกคร่อมย้อนกลับ (PIV) ลงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับแบบแทป!

NotebookLM

บทสรุป: การเลือกใช้วงจรเรียงกระแส (Rectifier Selection Matrix)

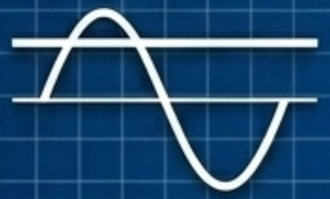
คุณสมบัติ	Half-Wave	Center-Tapped	Bridge
จำนวนไดโอด (Diode Count)	1	2	4
หม้อแปลง (Transformer Needed)	ธรรมดา	แบบมีเซ็นเตอร์แทป (แพงกว่า)	ธรรมดา
แรงดันเฉลี่ย (V_{dc})	0.318 V_m	0.636 V_m	0.636 V_m
แรงดันไบอัสกลับสูงสุด (PIV)	V_m	$2V_m$	V_m
รูปร่างเอาต์พุต (Output Wave)			

แบบบริดจ์: คุ้มค่าและเป็นที่นิยมสูงสุด

NotebookLM

แผนผังสรุป: ไดโอดกับการจัดการสัญญาณ

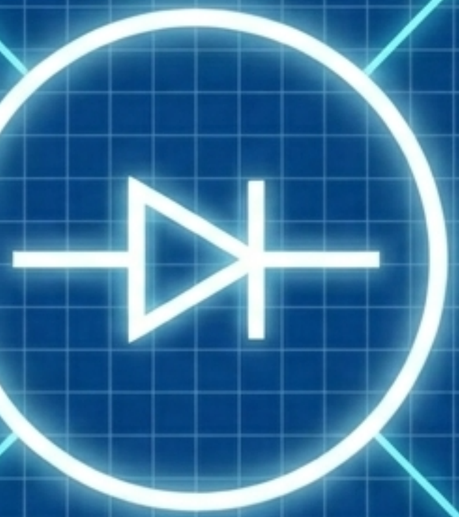
ตัด (Clip)



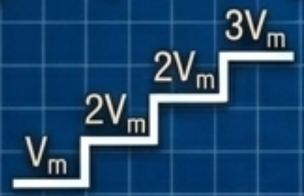
วงจร Clipper - กำจัดส่วนเกินของสัญญาณ
ป้องกันแรงดันโอเวอร์โหลด

ยก (Clamp)

วงจร Clamper - เลื่อนระดับฐาน DC
ทั้งหมดขึ้นหรือลง โดยรักษารูปคลื่นเดิม



ทวีคูณ (Multiply)



วงจร Voltage Multiplier - ปั๊มแรงดันให้สูงขึ้นเป็นเท่าตัว
($2V_m$, $3V_m$) โดยไม่ใช้หม้อแปลง

แปลง (Rectify)

วงจร Rectifier - พลิกไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)
เป็นกระแสตรง (DC)

เอกสารอ้างอิง: หน่วยที่ 2 ไดโอดและวงจรการใช้งาน - นายเอก

NotebookLM