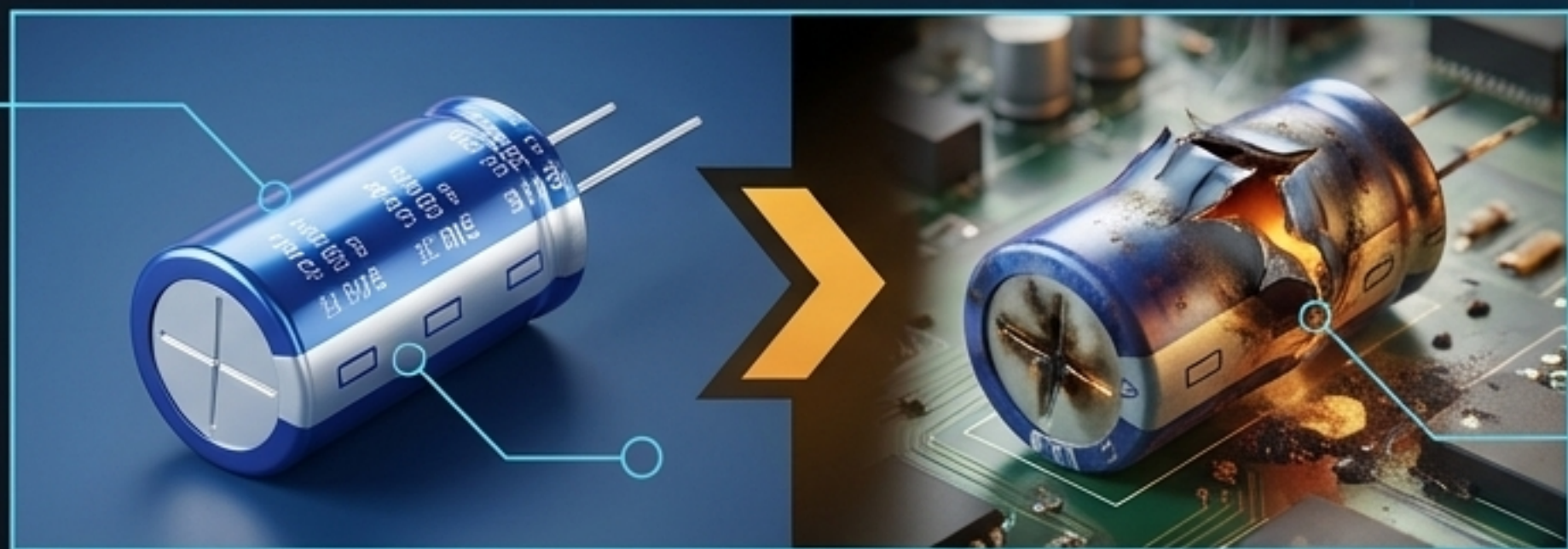


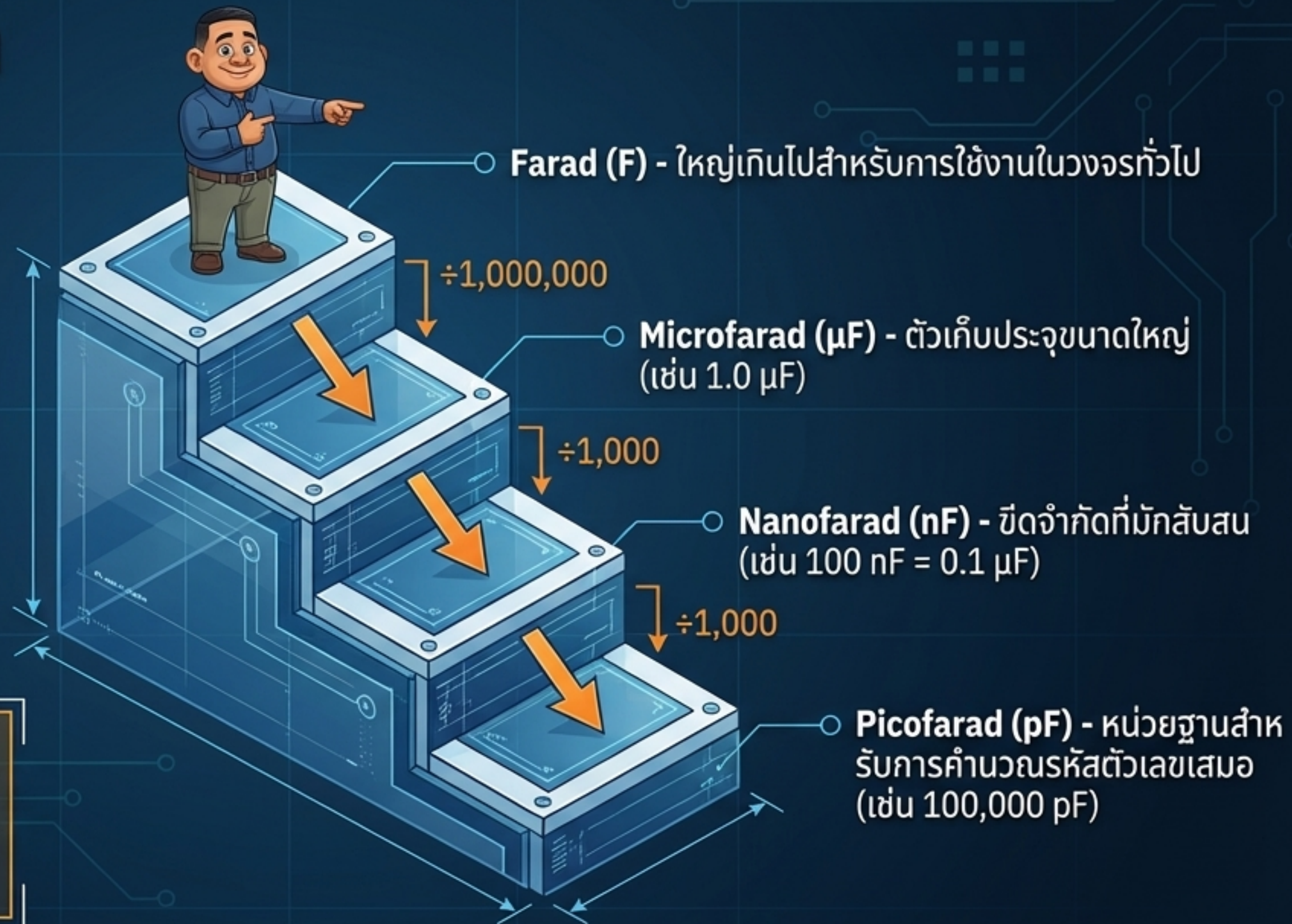
# ถอดรหัสตัวเก็บประจุ: Masterclass ฉบับช่างเทคนิคอาวุโส

คู่มือเจาะลึกกลไกการอ่านค่า มาตรฐานพิกัดแรงดัน  
และความลับของสัญลักษณ์ที่ซ่อนอยู่บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์



# บันไดแห่งหน่วยวัด: รากฐานที่ห้ามพลาด

## รากฐานที่ห้ามพลาด



### Mentor's Note

จุดตายของมือใหม่คือการแปลงหน่วยระหว่าง nF และ  $\mu\text{F}$  ผิดพลาด การคำนวณผิดเพียง 1 ทศนิยม จะเปลี่ยนความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรไปอย่างสิ้นเชิง

# กายวิภาคของรหัส 3 หลัก (The Multiplier Mechanism)



## Quick Reference Block

102 = 1 nF (วงจรเสียง)

103 = 10 nF (วงจรตั้งเวลา)

104 = 100 nF (กรองสัญญาณรบกวน)

**1 0** × **10<sup>4</sup>** = พลาฟร์ในหน่วย pF เสมอ

ตัวอย่าง "104": **1 0** (ตัวเลขสำคัญ) × **10<sup>4</sup>** (เติมศูนย์ 4 ตัว)

= 100,000 pF

= 100 nF

= **0.1 μF** (วงจร Decoupling สำหรับ IC ดิจิทัล)

# ข้อยกเว้นพิเศษ: เมื่อตัวคูณคือ 8 หรือ 9

- ในวงจรความถี่วิทยุ (RF) ที่ต้องการความจุต่ำมากจนระบุปกติระบุไม่ได้ ผู้ผลิตจะใช้เลข 8 และ 9 เป็นตัวคูณทศนิยม



Panel A: กฎของเลข 8 (คูณ 0.01)

รหัส "278"

$$27 \times 0.01 = 0.27 \text{ pF}$$

Panel B: กฎของเลข 9 (คูณ 0.1)

รหัส "309"

$$30 \times 0.1 = 3.0 \text{ pF}$$

## Mentor's Note

จำไว้ว่าเลข 8 และ 9 ไม่ได้หมายถึงการเติมศูนย์ 8-9 ตัว แต่เป็นการถอยหลังจุดทศนิยม!

# จุดทศนิยมที่ไม่มีวันเลือนหาย (มาตรฐาน BS1852)

ปัญหา:

จุดทศนิยม (.) บนชิ้นส่วนเล็กๆ  
มักเลือนหายหรือดูเหมือนรอยเปื้อน

ทางแก้:

ใช้ตัวอักษรย่อของหน่วยแทนจุดทศนิยม



# รหัสความคลาดเคลื่อน: ศิลปะแห่งความไม่สมบูรณ์แบบ



J	$\pm 5\%$ (ความแม่นยำสูง)
K	$\pm 10\%$ (มาตรฐานอุตสาหกรรม)
M	$\pm 20\%$ (มาตรฐานอุตสาหกรรม)

## รหัส Z (The Odd One Out)

พิกัด: +80% / -20%

ทำไมถึงใช้? ความแม่นยำต่ำมากแต่ราคาถูกและขนาดเล็ก  
การประยุกต์ใช้: เหมาะสำหรับวงจรกรองไฟกระแสตรง (DC Filtering) ซึ่งค่าความจุที่เกินมาๆ ไม่ส่งผลเสียต่อวงจร แต่ช่วยลด Ripple Voltage ได้ดี

# พิกัดแรงดันไฟฟ้าและกฎเหล็กแห่ง Derating

EIA Voltage Code Table

1C = 16 VDC

1H = 50 VDC

2A = 100 VDC

2G = 400 VDC



The Golden Rule Diagram (Derating)

System Voltage

×

1.5  
(หรือ 2.0)

=

Minimum Capacitor Rating

## Engineering Example

- ❌ ห้ามใช้ตัวเก็บประจุพิกัด 16V (เสี่ยงต่อ Voltage Spikes)
- ✅ ต้องใช้ตัวเก็บประจุพิกัด 25V (รหัส 1E) เพื่อยืดอายุการใช้งาน และป้องกันการสลายตัวของไดอิเล็กทริก



# พื้นที่อันตราย: กับดักขั้วไฟฟ้าที่ทำให้วงจรระเบิด

**ฝั่งซ้าย: อะลูมิเนียมอิเล็กโทรไลต์ (Radial Type)**

⚠️ แถบสีทึบ (Stripe)  
= ขั้วลบ (-)



⚠️ ขาสั้น  
= ขั้วลบ

**ฝั่งขวา: แทนทาลัมแบบยึดบนพื้นผิว (Tantalum SMD)**

⚠️ แถบสี (Stripe/ขีด)  
= ขั้วบวก (+) เสมอ!



⚠️ **ข้อควรระวังขั้นสุดยอด!** แทนทาลัมเป็นสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี หากติดตั้งย้อนขั้วตามความเคยชิน จะนำไปสู่การลุกไหม้หรือระเบิดได้ทันทีเมื่อจ่ายไฟ

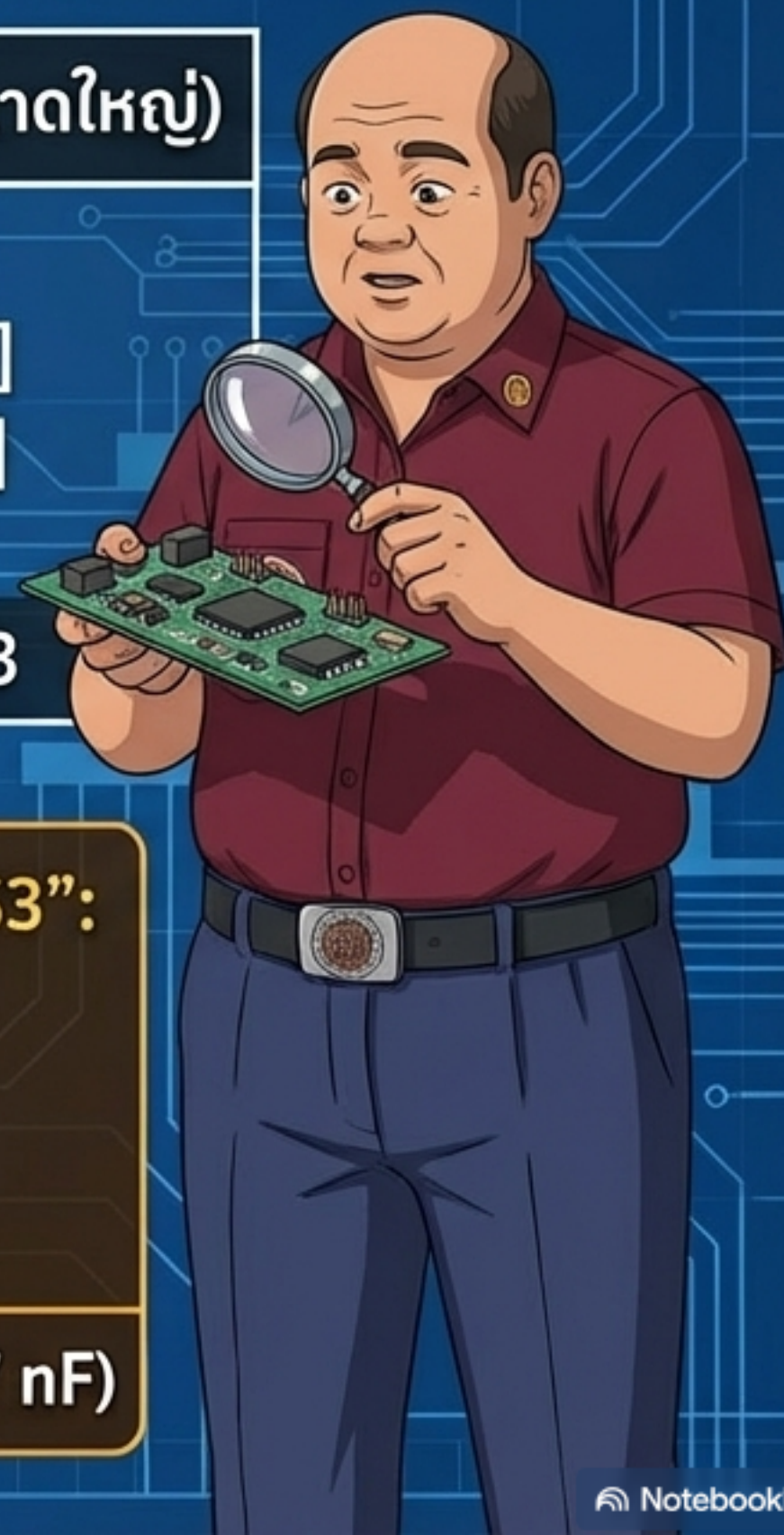
# โลกจุลภาค: เมื่อตัวเลขหายไปบน SMD / MLCC



มาตรฐาน EIA-198 (SMD ขนาดใหญ่)

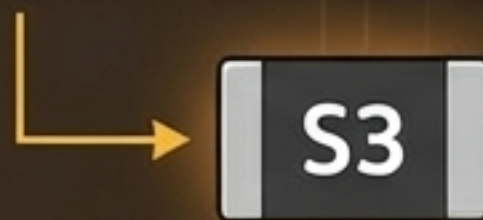
โครงสร้าง:  
[ตัวอักษร 1 ตัว = ค่าฐาน]  
+ [ตัวเลข 1 ตัว = ตัวคูณ]

A = 1.0 | S = 4.7 | N = 3.3



**Key Insight:** ตัวเก็บประจุ MLCC ขนาด 0402 หรือ 0603 ไม่มีการพิมพ์ค่าใดๆ บนตัวถึง การระบุค่าต้องพึ่งพาม้วนบรรจุภัณฑ์ (Reel) หรือ LCR Meter เท่านั้น

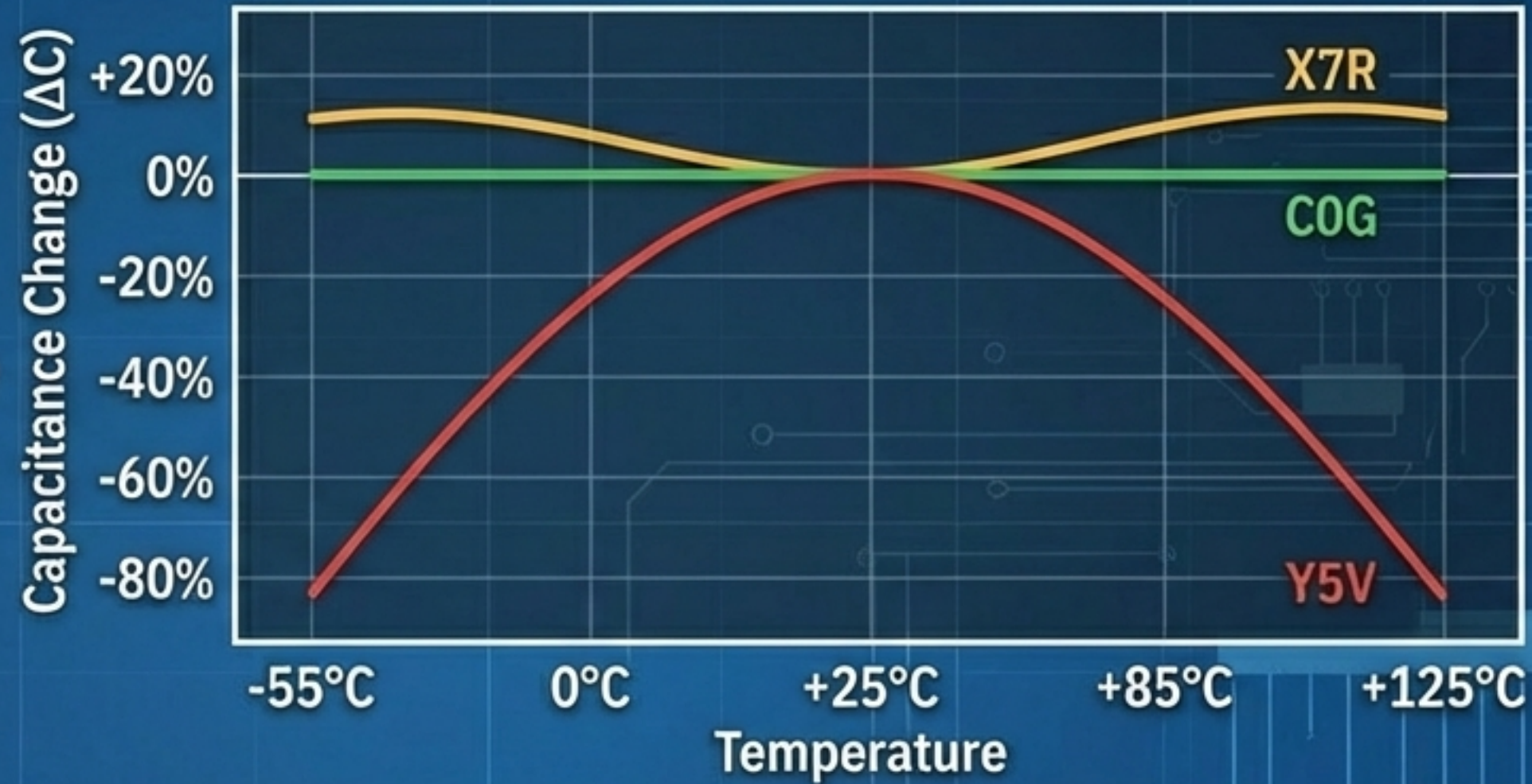
ตัวอย่างการคำนวณรหัส "S3":



S = 4.7, 3 =  $\times 1,000$

ผลลัพธ์: 4,700 pF (หรือ 4.7 nF)

# เมทริกซ์วัสดุไดอิเล็กทริก: ความเสถียรภายใต้ความร้อน



## COG / NPO (Class I)



เสถียรภาพสูงสุด  
( $0 \pm 30$  ppm/°C)  
ความจุแทบไม่เปลี่ยน  
เหมาะสำหรับวงจร  
ตั้งเวลาแม่นยำสูง



## X7R (Class II)

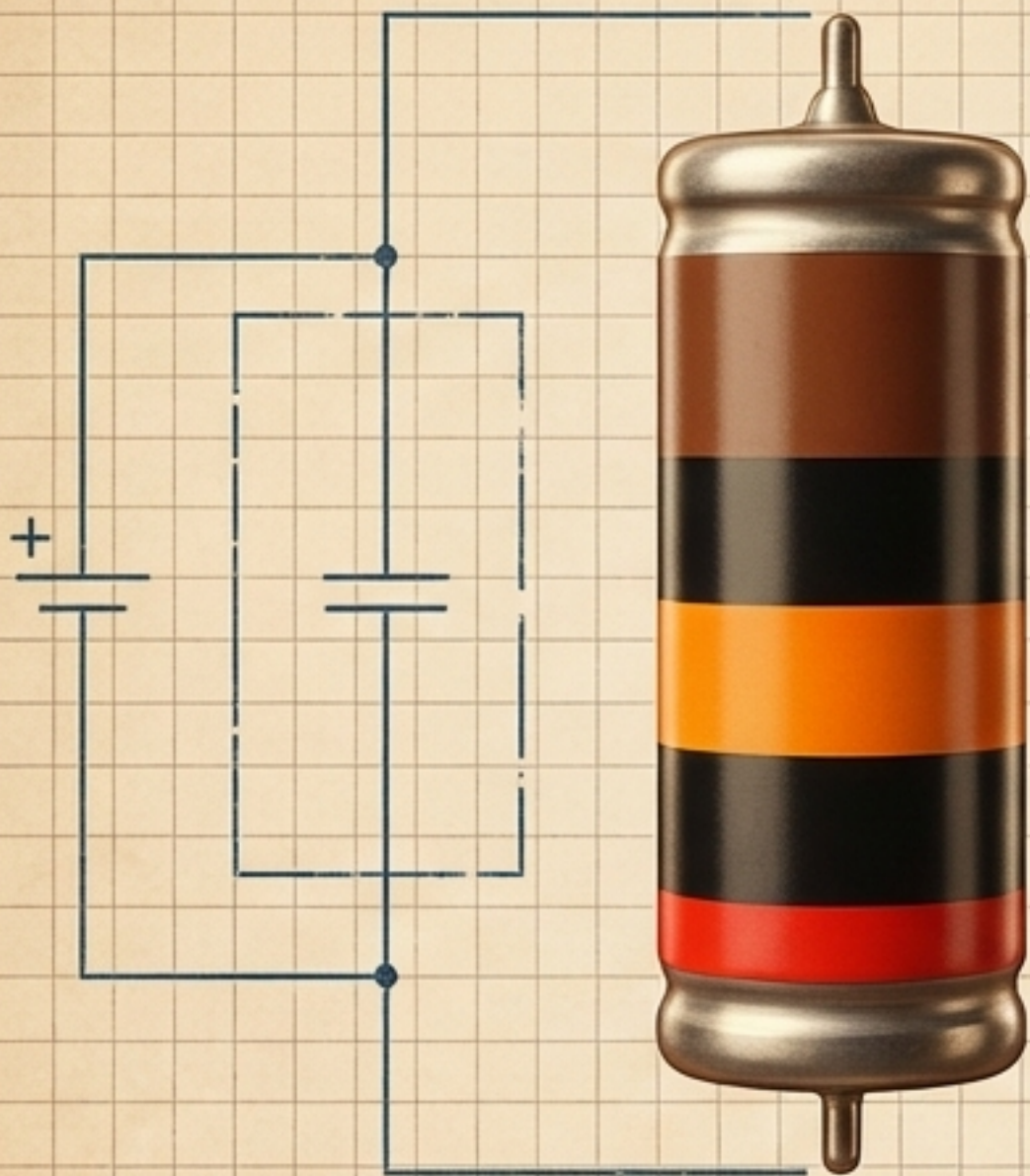
เสถียรภาพปานกลาง ( $\pm 15\%$ )  
ใช้งานครอบคลุมตั้งแต่  
-55°C ถึง +125°C  
เหมาะสำหรับ  
Bypass/Coupling



## Y5V / Z5U (Class III)

เสถียรภาพต่ำมาก (ความจุ  
อาจลดลง -82%) แต่มีข้อดีคือ  
ให้ความจุสูงมากในพื้นที่เล็ก  
เหมาะสำหรับกรองไฟทั่วไปที่  
ไม่ต้องการความแม่นยำ

# มรดกทางเทคโนโลยี: รหัสแถบสี (Vintage Color Codes)



## Visual Decoding Guide

ระบบนี้ถอดแบบมาจากรหัสตัวต้านทาน  
(อ่านจากบนลงล่าง)

แถบ 1-2: ตัวเลขหลัก

แถบ 3: ตัวคูณ

แถบ 4: ความคลาดเคลื่อน

แถบ 5: แรงดันไฟฟ้า

ตัวอย่างภาพ: น้ำตาล (1) - ดำ (0) - ส้ม ( $\times 1,000$ )  
ผลลัพธ์ =  $10,000 \text{ pF} = 10 \text{ nF}$



# สมการฉบับสมบูรณ์ (The Complete Decode)

## Value Breakdown

[ 104 ]

ค่าความจุ:  $10 \times 10^4 = 100,000 \text{ pF}$   
(แปลงเป็นหน่วยใช้งานคือ 100 nF หรือ 0.1  $\mu\text{F}$ )

## Tolerance Breakdown

[ K ]

ความคลาดเคลื่อน:  
ค่าเบี่ยงเบนยอมรับได้  $\pm 10\%$   
(ทำงานได้ตั้งแต่ 90 nF ถึง 110 nF)

## Voltage Breakdown

[ 2A ]

พิกัดแรงดันไฟฟ้า:  
ทำงานได้สูงสุด 100 VDC  
(ปลอดภัยที่สุดในวงจรที่แรงดันไม่เกิน 50V-60V)

## Takeaway

อักษรและตัวเลขเพียง 5 ตัวบนอุปกรณ์  
สามารถเล่าเรื่องราวทั้งหมดของศักยภาพและขีดจำกัดทางวิศวกรรมได้

# แนวทางปฏิบัติสำหรับวิศวกรและช่างเทคนิค



## 1. การตรวจสอบข้ามระบบ (Cross-Verification):

ทุกครั้งที่ถอดรหัสตัวเลขสำเร็จ ให้แปลงเป็นหน่วยจริง ( $\mu\text{F}$  หรือ  $\text{nF}$ ) และตรวจสอบซ้ำกับรายการวัสดุ (BOM) กันที



## 2. เฝ้าระวังขั้วไฟฟ้าเสมอ:

ตรวจสอบขีดเครื่องหมายอย่างละเอียด โดยเฉพาะเมื่อ สลับการทำงานระหว่างชนิดอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสต์และแทนทาลัม



## 3. ยึดถือหลักการ Derating:

อย่าใช้ตัวเก็บประจุที่ทนแรงดันพอดีกับวงจร ให้เพื่อความ ปลอดภัยที่ 1.5 ถึง 2 เท่าเสมอ



## 4. เชื่อมมั่นในเครื่องมือวัด:

สำหรับอุปกรณ์ SMD ที่ไม่มีรหัส การใช้ LCR Meter คือ วิธีเดียวที่ให้ความมั่นใจได้อย่างสมบูรณ์แบบ

“ทักษะที่สำคัญที่สุดไม่ใช่แค่การอ่านรหัสได้ไว แต่คือการติดตั้งและเลือกใช้งานได้อย่างปลอดภัยที่สุด”