

جلسه ۵ – تنظیمات پایه: Time/Div، Volt/Div و Trigger (گام به گام، کاربردی)

🎯 هدف جلسه

در این جلسه یاد می‌گیریم چطور مقیاس عمودی (ولتاژ)، مقیاس افقی (زمان) و تریگر را طوری تنظیم کنیم که شکل موج‌ها با بیشترین وضوح و پایایی روی اسیلوسکوپ دیده شوند. بعد از این جلسه بتوانی هر سیگنالی را به سرعت «قابل خواندن» کنی و تنظیمات مناسب برای اندازه‌گیری‌های مختلف را انتخاب کنی.

1 – مروری کوتاه: چرا این سه تنظیم مهم‌اند؟

- **Volt/Div** (ولتاژ بر تقسیم): تعیین می‌کند هر خط افقی چند ولت است – یعنی چقدر از صفحه به ولتاژ اختصاص می‌یابد.

- **Time/Div** (زمان بر تقسیم): تعیین می‌کند هر خانه افقی چند ثانیه نشان می‌دهد - یعنی چه بخشی از زمان را می‌بینی.

- **Trigger** (تریگر): نقطه شروع برداشت داده را قفل می‌کند تا موج «ثابت» و تکرارشونده نمایش داده شود. بدون تریگر، تصویر اغلب ناپایدار و لرزان خواهد بود.

2 - Volt/Div (مقیاس عمودی) - چی، چرا و چطور؟

چی کار می‌کند؟

وقتی Volt/Div را انتخاب می‌کنی، هر تقسیم روی محور عمودی نشان‌دهنده مقدار مشخصی از ولتاژ است. معمولاً صفحه 8-10 تقسیم عمودی دارد (بسته به مدل اسیلوسکوپ).

مثال عددی – محاسبه V_{pp} از روی صفحه

فرض: $Volt/Div = 0.200 V/div$ و شکل موج از پایین تا بالا **divisions 3.6** را اشغال کرده است.

محاسبه $V_{pp} = Volts/Div \times divisions$

گام به گام (digit-by-digit):

- $Volts/Div = 0.200$
- $divisions = 3.6$
- $? = 3.6 \times 0.200$
- $7200 = 36 \times 200$ (ابتدا ارقام صحیح را ضرب می‌کنیم)
- سپس محل اعشاری: 0.200 has 3 decimal places, 3.6 has 1 place, مجموع 4 → $7200 \rightarrow 0.7200$ قرار دادن نقطه اعشاری
- پس $V_{pp} = 0.720 V$ (معمولاً نمایش می‌کنیم: $V_{pp} 0.72$).

نکات عملی

- ابتدا Volt/Div را روی «بزرگتر» تنظیم کن تا موج دیده شود، سپس آن را کم کن تا جزئیات افزایش یابند.
- همیشه مقدار Attenuation پروب (×1 یا ×10) را در تنظیمات کانال به درستی وارد کن – اگر پروب ×10 است و اسیلوسکوپ را روی ×1 فرض کند، مقدار نمایش داده شده 1/10 مقدار واقعی خواهد بود.

3 – Time/Div (مقیاس افقی) – نحوه انتخاب برای دیدن تعداد دلخواه سیکل‌ها

نسبت فرکانس و پریود

- فرکانس f و پریود T رابطه معکوس دارند:

$$\frac{1}{f} = T$$

مثال: برای $f = 1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$:

$$1 \text{ ms} = 0.001 \text{ s} = \frac{1}{1000} = T$$

چطور Time/Div را انتخاب کنیم؟

اگر می‌خواهی N سیکل از سیگنال را روی صفحه ببینی:

- کل پنجره زمانی $T \times N =$

- چون صفحه معمولاً 10 تقسیم افقی دارد، تنظیم

- $\frac{N \times T}{10} = \text{Time/Div}$

مثال عملی: می‌خواهی 3 سیکل از یک سیگنال 1 kHz ببینی.

- $1 \text{ ms} = T$

- کل پنجره $3 \times 1 \text{ ms} = 3 \text{ ms}$

- $3 \text{ ms} \div 10 = 0.3 \text{ ms} = \text{Time/Div}$

$$300 \mu\text{s}/\text{div}$$

مثال دیگر – رابطه با مقدار واقعی Time/Div و

مشاهده چند سیکل

فرض $\text{Time/Div} = 200 \mu\text{s/div} = 200 \times 10^{-6} \text{ s/div}$
کل پنجره $= 200 \mu\text{s} \times 10 = 10 \times 10 \times 200 = 2000 \times 10^{-6} \text{ s} = 2 \text{ ms}$
اگر سیگنال 1 kHz باشد ($T = 1 \text{ ms}$) در این حالت دو سیکل روی صفحه خواهی دید (چون کل پنجره 2 ms است).

نکته درباره رزولوشن زمانی و نمونه برداری

- برای سیگنال‌های سریع، Time/Div را کوچکتر کن ولی دقت کن اسیلوسکوپ باید Sample Rate کافی داشته باشد تا جزئیات دیده شوند (قانون سرانگشتی: sample rate چند برابر بیشترین هارمونیک موردنظر باشد – معمولاً $5 \leq 10$ برابر فرکانس بالاترین جزء).

4 – Trigger – نگه داشتن تصویر در نقطه مناسب

هدف تریگر

تریگر باعث می شود هر بار نمایش از یک نقطه مشخص (مثلاً لبه بالا رونده در V 0) شروع شود – در نتیجه شکل موج ثابت و قابل مقایسه می شود.

پارامترهای مهم تریگر

- **Source** (منبع): معمولاً CH1 یا CH2 یا EXT
- **Mode** (حالت): Auto / Normal / Single
- **Auto**: اگر تریگر رخ ندهد، اسیلوسکوپ باز هم تصویر را بازنشانی می کند (برای سیگنال های پیوسته خوب است).
- **Normal**: فقط وقتی شرط تریگر رخ دهد نمایش می دهد – مناسب برای تشخیص وقایع تکرار شونده.
- **Single**: یکبار صید می کند و متوقف می شود – مناسب برای ترنزینت های نادر.
- **Type: Edge** (معمول ترین)، Pulse, Video, Slope, سطح صفر (level) و غیره.

- **Edge Slope:** Rising (لبه‌ی صعودی) یا Falling (نزولی).
- **Level:** ولتاژ که در آن تریگر فعال می‌شود (مثلاً 0 V).
- **Coupling:** DC / AC / HF Reject / LF Reject
برای حذف مؤلفه DC یا نویز.
- **Holdoff:** مدت زمانی که تریگر بعد فعال شدن غیرفعال بماند؛ برای موج‌های پیچیده یا burstها استفاده می‌شود.

مثال عملی تنظیم تریگر برای سیگنال دیجیتال TTL

- منبع = CH1
- Type = Edge
- Slope = Rising
- Level = 1.4 V (مستقیماً بین 0 و 5 V، معمولاً وسط منطقی)
- Mode = Normal (تا فقط وقتی لبه رخ می‌دهد نمایش دهد)

مثال: ضبط یک پالس نادر با Single

- Mode = Single
 - Source = کانالی که پالس در آن است
 - Level را کمی زیر مقدار پیک پالس تنظیم کن و slope را برآمده قرار بده.
- وقتی پالس رخ دهد، اسیلوسکوپ یکبار ذخیره می‌کند و متوقف می‌شود تا تو شکل موج را تحلیل کنی.
-

5 – فرایند گام‌به‌گام برای یک اندازه‌گیری استاندارد

1. پراب را وصل کن و Compensate را بررسی کن (جلسه ۴). مقدار Attenuation را در تنظیمات کانال وارد کن.
2. حدس اولیه از دامنه و فرکانس داشته باش (یا از دیتاشیت قطعه).
3. Volt/Div را طوری تنظیم کن که موج تقریباً 4-6 تقسیم را اشغال کند.

- چرا؟ چون فضای کافی برای دیدن جزئیات و لبه‌ها می‌دهد.

4. Time/Div را با رابطه $f/1 = T$ و فرمول بالا انتخاب

کن تا تعداد مطلوب سیکل‌ها روی صفحه باشد.

5. Trigger: منبع = کانالی که سیگنال روی آن است، نوع =

Edge, slope = مناسب، level = نقطه منطقی وسط

موج.

6. اگر تصویر ناپایدار بود:

- Level را کمی تغییر بده، یا
- Mode = Auto → Normal، یا
- Time/Div را تغییر بده (گاهی زمان خیلی کند باعث محو شدن لبه‌ها می‌شود).

7. وقتی تصویر ثابت شد، از cursors یا measurement

اتوماتیک اسیلوسکوپ برای گرفتن V_{pp} , V_{rms}

Frequency استفاده کن.

6 – مثال‌های تمرینی با محاسبات واقعی

تمرین 1 – موج مربعی $V_{pp} 5.00$ ، فرکانس 1 kHz ، پروب $\times 10$

هدف: تنظیم Volt/Div و Time/Div تا حدود 2 سیکل واضح روی صفحه دیده شود.

1. محاسبات:

$$\bullet \quad \text{Hz } 1000 = \text{kHz } 1 = f$$

$$\bullet \quad = \text{s } 0.001 = 1/1000 = f/1 = T$$

$$\text{ms } 1$$

$$\bullet \quad \text{برای دیدن } N = 2 \text{ سیکل: کل پنجره } = 2 \times$$

$$\text{ms } 2 = \text{ms } 1$$

$$\bullet \quad = \text{ms } 0.2 = 10 \div \text{ms } 2 = \text{Time/Div}$$

$$\mu\text{s/div } 200$$

2. دامنه:

- $V_{pp} = 5.00 \text{ V}$. اگر می‌خواهی موج حدود 5

تقسیم اشغال کند، $\text{Volt/Div} \approx 5.00 \div 5 = 1.00$

V/div

- اما پروب $\times 10$ داریم؛ اگر اسیلوسکوپ را طوری

تنظیم کرده‌ای که **attenuation** را اعمال کند،

مقدار Volts/Div باید براساس مقدار واقعی

حساب شود (اسیلوسکوپ مقدار واقعی را نشان

می‌دهد). در صورتی که اسیلوسکوپ نسبت پراب را

لحاظ نکند، هنگام نمایش عددی باید Volts/Div را

10 برابر کمتر انتخاب کنی. بهترین کار: در تنظیمات

کانال، $\text{attenuation} = 10 \times$ انتخاب کن تا

اسیلوسکوپ خودش مقیاس واقعی را نشان دهد.

3. Trigger:

- $\text{Source} = \text{CH1}$, $\text{Type} = \text{Edge}$, $\text{Slope} =$

Rising , $\text{Level} = 0 \text{ V}$ (یا نصف دامنه، طبق نیاز)

4. نتیجه: با $\text{Time/Div} = 200 \mu\text{s/div}$ و $\text{Volt/Div} = 1$
 V/div (با پروب $\times 10$ تنظیم شده در منو) دو سیکل و 5
تقسیم عمودی برای پیکها خواهی داشت.

تمرین 2 – سیگنال سینوسی $V_{pp} = 2.00 \text{ V}$

حساب V_{rms} (برای سینوس):

• $V_{peak} = V_{pp} / 2 = 2.00 / 2 = 1.00 \text{ V}$ (گام به گام:

$$(1.00 = 2 \div 2.00)$$

$$\approx \frac{1.00}{1.41421356} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}} = V_{rms}$$

• $V_{rms} = 0.7071 \text{ V}$

7 – خطاهای رایج و رفع آنها

- نمایش ولتاژ اشتباه: معمولاً به خاطر تنظیم نادرست Attenuation پروب ($\times 10 / \times 1$) در منوی کانال است.
- موج ناپایدار یا میرقصد: تریگر تنظیم نشده یا Level

نامناسب است؛ از Edge trigger و تنظیم Level استفاده کن.

- لبه‌ها محو یا گرد: پراب کمپنسه نشده یا ground clip خیلی طولانی است.
- نمونه‌برداری ناکافی (aliasing) یا خطوط شکسته): Time/Div خیلی کوچک است یا sample rate کم است؛ اگر جزئیات از بین می‌رود، از Time/Div مناسب و/یا اسیلوسکوپ با sample rate بالاتر استفاده کن.
- نویز زیاد در DC: از AC = coupling در تریگر یا فیلتر HF reject استفاده کن، یا ground بندی مدار را بررسی کن.

8 – نکات حرفه‌ای و ترفندها

- برای لبه‌های سریع از short ground spring یا ground spring tip استفاده کن تا حلقه زمین کوچک شود و رینگینگ کاهش یابد.

- از **cursors** برای محاسبه دقیق ΔV و ΔT استفاده کن
– راحت تر و دقیق تر از شمارش تقسیم ها.
- در اسیلوسکوپ دیجیتال از **persistence** یا **infinite**
persistence برای دیدن ترنزینت های نادر بهره ببر.
- وقتی نیاز به مشاهده هارمونیک ها یا محاسبات فراتر
داری، از FFT داخلی (اگر موجود است) استفاده کن –
ولی قبل از آن Time/Div و sample rate را طوری
تنظیم کن که شرایط نمونه برداری مناسب باشد.

9 – چک لیست سریع قبل از اندازه گیری

- پراب وصل و کالیبره شده؟ ✓
- Attenuation پراب در کانال درست تنظیم شده؟ ✓
- Volt/Div طوری تنظیم شده که موج 4-6 تقسیم اشغال کند؟ ✓
- Time/Div براساس فرکانس و تعداد سیکل موردنظر
تنظیم شده؟ ✓
- Ground clip به نقطه زمین درست وصل شده؟ ✓