

Naam: Klas: Studentnummer:

Inleiding

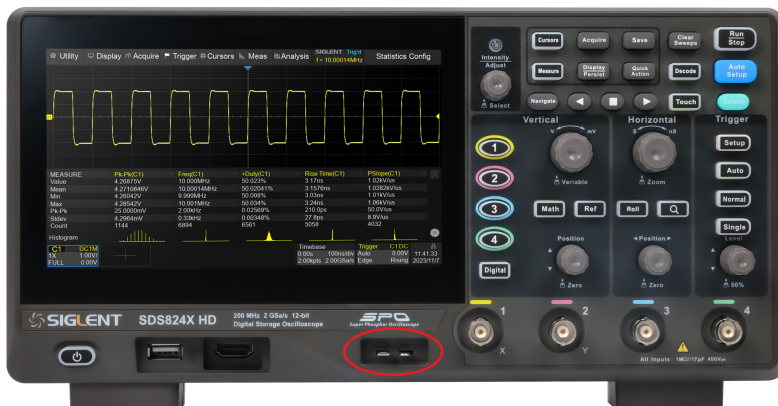
Ondertussen heb je al ervaring met het meten met een oscilloscoop. De basisfunctionaliteiten heb je nu al goed onder de knie 😊. Maar een oscilloscoop kan nog veel meer. In dit lab gaan we een aantal geavanceerde instellingen van de [SDS804X HD](#) bekijken.

Van de meetopdrachten uit lab 2, 3 en 4 schrijf je (dus, individueel) een meetverslag. Hierin beschrijf je alle metingen en verklaar/onderbouw je de resultaten. Het hoeft echt geen heel uitgebreid verslag te zijn. Gewoon per vraag een kort onderbouwd antwoord waaruit blijkt dat je het snapt en de opdrachten hebt uitgevoerd is genoeg. Figuren met een kort bijschrift is voldoende.

Je mag voor de vragen en het verslag hulp inschakelen van ChatGPT. Denk eerst zelf na over het antwoord en vraag dan aan ChatGPT of je antwoord klopt. Zo leer je het snelste, want je gebruikt het als persoonlijke leraar 😊. Wij als docenten begeleiden je naar het antwoord, dus je moet altijd eerst zelf op onderzoek uitgaan. Veel antwoorden op de vragen of how-to's zijn te vinden in de [manual](#) met wat ctrl+F-jes.

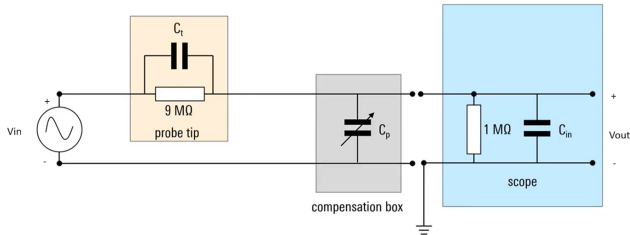
Leerdoelen

- Een probe kunnen afregelen op de oscilloscoop.
- De *Math* functie kunnen instellen, gebruiken en begrijpen.



Figuur 1: De probe compensatie aansluiting op de oscilloscoop.

Opdrachten



Figuur 2: Het equivalente schema van probe compensation, zoals te vinden in het filmpje.

Formule voor de overdracht van [figuur 2](#):

$$\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = H(s) = K_{\text{pn}} \frac{(\tau_1 s_z + 1)}{(\tau_2 s_p + 1)} \quad (1)$$

Opdracht 1: Intro probe afregelen

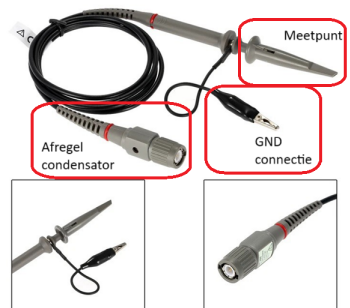
Bekijk het volgende [filmpje \(6:23\)](#) en beantwoord de volgende vragen met [figuur 2](#):

1. Wat zou een reden zijn dat de probe compensation box aan het einde van de kabel zit?
2. Waarom zou je een probe willen afregelen?
3. Wat is de functie van de 9 MΩ weerstand? Wat gebeurt er als je het schuifje 1X-10X overhaald? Moet je dan opnieuw de kalibratie doen?
4. Ga uit van DC ingangssignaal. Wat is dan de overdracht van de probe naar de oscilloscoop $\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$. Geef zowel het symbolische als het numerieke antwoord.
5. Waarom wordt er een condensator C_t toegevoegd aan de probe tip?

6. Wat wordt er bedoeld met 'foreign' probes en waarom zou je dit soort probes niet goed kunnen afstellen op iedere oscilloscoop?
7. Zet [figuur 2](#) in LTspice en gebruik voor C_{in} de waarde die bij de ingang van de oscilloscoop staat en voor C_t dezelfde waarde die op je probe staat. Doe een .ac sweep analysis van 1 Hz tot 100 GHz. Dit beeld herkennen we vanuit de regeltechniek lessen. Hoe wordt zo'n beeld genoemd en kun je hieruit de pool en het nulpunt halen en hiermee de waarden voor de [vergelijking \(1\)](#) invullen?
8. Op minuut 1:57 van het filmpje wordt een formule getoond. Bereken hiermee de optimale capaciteit C_p . Vul deze waarde in LTspice, wat valt je valt je op aan het beeld? Wat gebeurt er met [vergelijking \(1\)](#) denk je? Kan je de compensation condensator van de probe instellen op deze capaciteit? Zo nee, wat moet je dan doen? Je kunt de linker schaal van logaritmisch omzetten naar een lineaire schaal om het in spanning te zien. Herinner dat logaritme alleen een conversie is $g_{dB} = 20 \log_{10}(g) \Leftrightarrow 10^{\frac{g_{dB}}{20}} = g$.



(a) Standaard meetsnoeren.



(b) Een attenuating probe. Je kunt de 'hoed' van het meetpunt eraf trekken om beter te meten.

Figuur 3: Verschillende soorten meetbekabeling.

Met de oscilloscoop kunnen we erg veel parameters meten zoals stroom, spanning, signalen, blokgolven, frequentie, etc. Voor onnauwkeurige metingen of lage frequenties kun je gewoon gebruik maken van [figuur 3a](#). Deze meetsnoeren zijn niets meer dan draden in een jasje.

Als je een nauwkeurige meting nodig hebt of wanneer je hoge frequenties meet, zul je gebruik moeten gaan maken van de attenuating probe van [figuur 3b](#).

Opdracht 2: Probe afregelen

1. Waarom wordt het bij hogere frequenties belangrijk om een probe te gebruiken?
2. Vanaf welke frequentie zou jij voor een probe kiezen in plaats van meetsnoeren? Leg uit waarom.
3. Waarom zou je voor iedere meetsessie je probe moeten afregelen?
4. Wat is het verschil tussen de meetsnoeren en de attenuating probe?

In het filmpje wordt uitgelegd hoe je de probe kunt afstellen.

5. Maak een USB-screenshot van de oscilloscoop van voor en na de probe afregeling.
6. We kunnen de data wat door de oscilloscoop is gemeten verder analyseren op de computer.
 - A Exporteer de voor en na meting naar een USB-drive. Hoe? Staat in de [manual](#) ☺.
 - B Importeer het .csv-bestand in Matlab of Python.
 - C Schrijf code om de figuren te plotten. Eventueel een kleine programmeeruitdaging, maar mag ook gewoon met ChatGPT.
 - D Laat Python of Matlab de maximale amplitude en frequentie bepalen.
 - E Zet de figuren in je verslag.

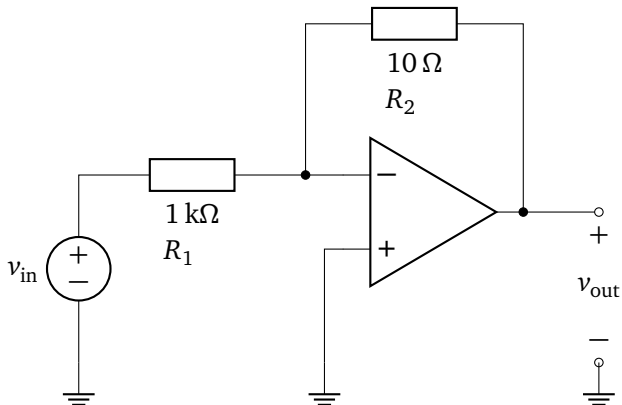
Met de *math* functie op de oscilloscoop kun je signalen bewerken. Tegenwoordig wordt dit soort signaalbewerking volledig gedaan met Matlab of Python.

Opdracht 3: Math functie

Gebruik voor de volgende opdrachten een 1 kHz 1 V_{pp} sinus en zet per stap het figuur in je verslag.

1. Maak een tijddomein meting en meet de maximale en minimale waarde met de cursors. Maak gebruik van de 'Persist' functie. Dan kun je de cursors heel netjes plaatsen.
2. Geef de sinus een offset van 1 V.
3. Vermenigvuldig het signaal met een 20 kHz 1 V_{pp} sinus.
4. Maak een FFT^a van de signalen. Zorg dat je de frequenties tussen 0 Hz en 20 kHz in beeld krijgt. Zorg dat er veel perioden in je tijdsdomein plot voorkomen. Dat verhoogt de resolutie in het frequentiedomein. Varieer het aantal periodes maar 😊.
5. Varieer de frequentie van de 1 kHz sinus. Wat zie je gebeuren op het beeldscherm?
6. Varieer de amplitude van de 1 kHz sinus. Wat zie je gebeuren op het beeldscherm?
7. Haal de offset weg van de 1 kHz sinus. Wat zie je gebeuren op het beeldscherm?
8. Leg uit hoe dit beeld heet wat je hebt gemeten. Wat zijn de toepassing hiervan? Waarom is de ondergrens van dit beeld zo actief? Hoe wordt die ondergrens ook wel genoemd?

^a [Fast Fourier Transform](#). ChatGPT legt uit voor je uit 😊.



Schakeling 1: Opamp als inverterende versterker.

Opdracht 4: Measurement modes

Bouw [schakeling 1](#) in totaal 2 keer op. Voor de tweede schakeling gebruik je $R_1 = 10\text{ M}\Omega$ en $R_2 = 100\text{ k}\Omega$.

1. Zet met de functiegenerator een 5 V_{pp} 10 kHz sinus aan de ingang. Meet de uitgang met de probe.
2. Wat is de versterking van [schakeling 1](#)? En met de andere weerstandswaarden? Verandert dit de versterking?
3. Meet het uitgangssignaal V_{out} op de oscilloscoop.
4. Vergelijk de metingen met elkaar, wat valt op? Kun je verklaren waar dit door komt?
5. Gebruik de *averaging* functie op je oscilloscoop, wat doet deze functie? Waar kun je deze het beste voor gebruiken?
6. Gebruik de *Reduce bandwidth* (ERES()) functie op de oscilloscoop. Wat doet deze functie?
7. Zet de functies uit en gebruik de histogram functie en bepaal de [variance](#) van het signaal. Dit komt uit de statistiek en wordt aangeduid met σ^2 .
8. Doe hetzelfde voor de schakeling met $R_1 = 10\text{ M}\Omega$ en $R_2 = 100\text{ k}\Omega$.
9. Wat valt op als je beide σ^2 vergelijkt?
10. Pas nu maximale *averaging* toe en zet de *Reduce bandwidth* functie aan. Wat valt je op aan de waarde van σ^2 ? Wordt deze groter of kleiner? Waarom verandert deze?