

ELECTRONIC SYSTEMS

Labo-opdracht 1

IR communicatie – oefeningen op basic opampschakelingen

Ing Patrick Van Houtven

[E-mailadres]

Opgave 02 : IR-analoge overdracht

2Ea Klasgroep : 2ITIOT

Labogroep : 6

Dit labo is gemaakt door:

Naam student 1: Tibo Van Der Sanden

Naam student 2: Yorgi De Schrijver

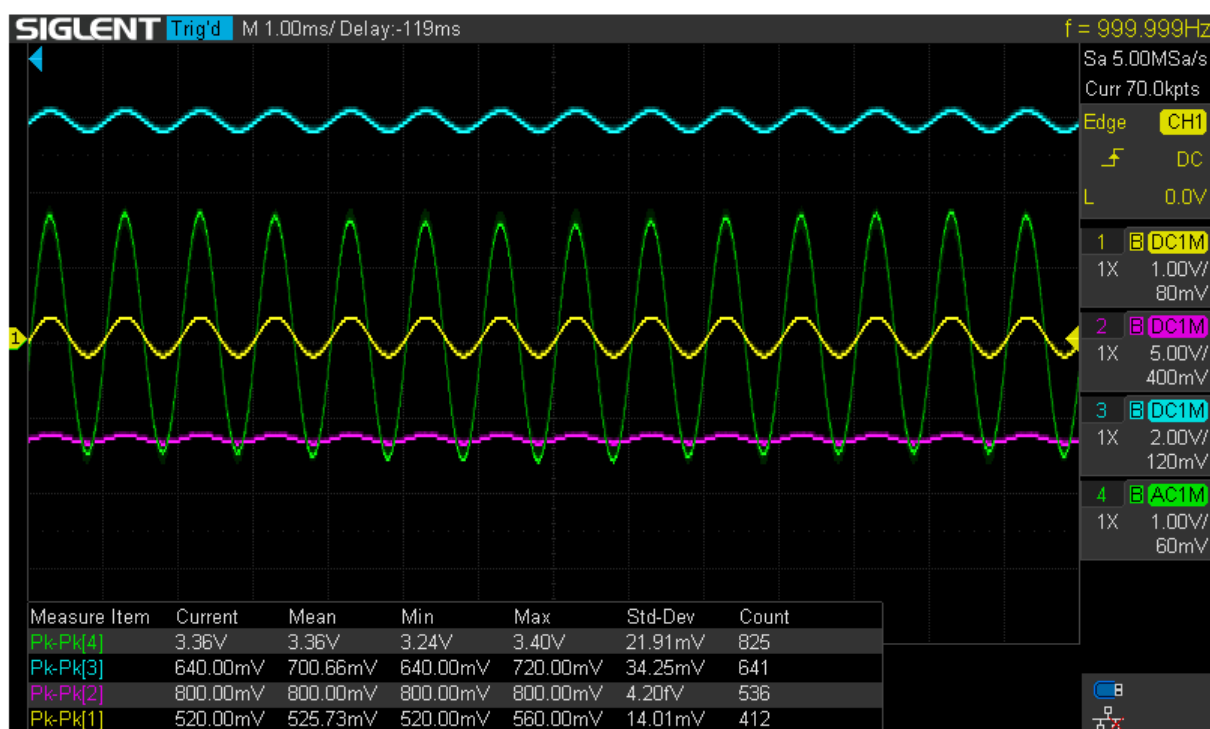
Opmerking: Deze opgave lever je in pdf-vorm in

1 IR-communicatie met analoge audiosignalen

1.1 Doel

Deze laboproef heeft als doel je inzicht te geven in de mogelijkheid om een infrarood communicatiesysteem op te bouwen via basisschakelingen van een opamp. Het labo bestaat uit een zend- en ontvangersysteem. Hiermee is het mogelijk om analoge signalen van een punt A naar een punt B over te brengen. Hierbij komt ook een tiptoets regelaar aan bod. Deze regelaar is gebaseerd op een integratorschakeling en maakt het mogelijk om via twee drukknoppen het niveau van de uitgangsspanning te regelen. Alzo wordt een schakeling gecreëerd die je het werkingsprincipe van een draadloze hoofdtelefoon met volumeregeling duidelijk maakt.

Onderstaande figuur geeft je een indruk van welke meetresultaten je kan bekomen door de zender en de ontvanger op te bouwen:

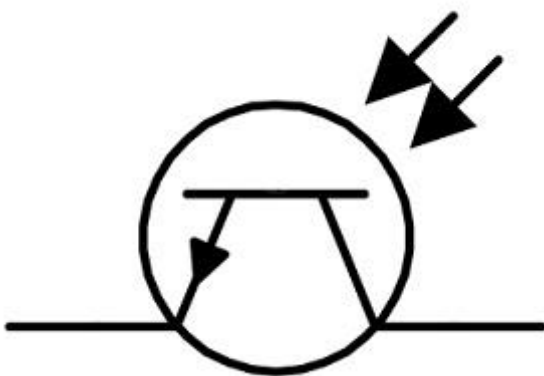


Hierbij is:

- Pk-pk[1]: de ingangsspanning van de zender (gemeten over R1)
- Pk-pk[2]: de uitgangsspanning van de zenderopamp
- Pk-pk[3]: de spanning op de emitter van Q1 (zender)

- Pk-pk[4]: De uitgangsspanning van de opamp van de ontvanger

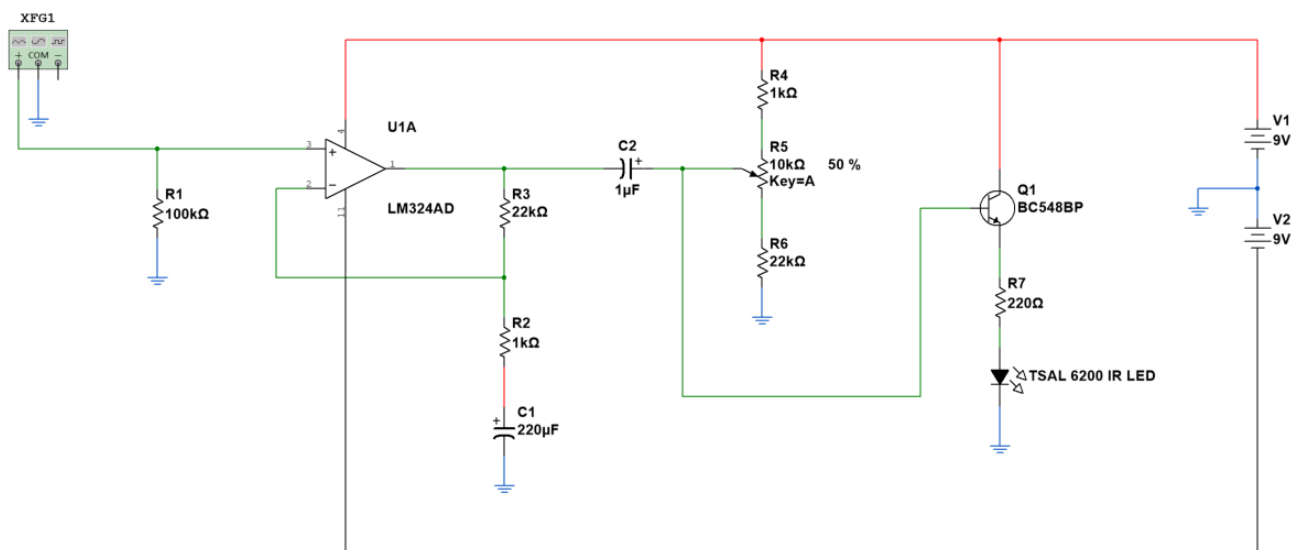
Alvorens je start beantwoord volgende vragen:

Vraag 1a	Zoek op: Wat zijn de eigenschappen van de fototransistor (type L53P3C)?																																																							
Antwoord	<div>Electrical / Optical Characteristics at TA=25°C</div> <table><thead><tr><th>Symbol</th><th>Parameter</th><th>Min.</th><th>Typ.</th><th>Max.</th><th>Units</th><th>Test Conditions</th></tr></thead><tbody><tr><td>V_{BR CEO}</td><td>Collector-to-Emitter Breakdown Voltage</td><td>30</td><td></td><td></td><td>V</td><td>I_C=100uA E_e=0mW/c m²</td></tr><tr><td>V_{BR ECO}</td><td>Emitter-to-Collector Breakdown Voltage</td><td>5</td><td></td><td></td><td>V</td><td>I_E=100uA E_e=0mW/c m²</td></tr><tr><td>V_{CE (SAT)}</td><td>Collector-to-Emitter Saturation Voltage</td><td></td><td></td><td>0.8</td><td>V</td><td>I_C=2mA E_e=20mW/c m²</td></tr><tr><td>I_{CEO}</td><td>Collector Dark Current</td><td></td><td></td><td>100</td><td>nA</td><td>V_{CE}=10V E_e=0mW/c m²</td></tr><tr><td>T_R</td><td>Rise Time (10% to 90%)</td><td></td><td>15</td><td></td><td>us</td><td rowspan="2">V_{CE} = 5V I_C=1mA R_L=1000Ω</td></tr><tr><td>T_F</td><td>Fall Time (90% to 10%)</td><td></td><td>15</td><td></td><td>us</td></tr><tr><td>I_(ON)</td><td>On State Collector Current</td><td>0.7</td><td>3</td><td></td><td>mA</td><td>V_{CE} = 5V E_e=1mW/c m² λ=940nm</td></tr></tbody></table>	Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions	V _{BR CEO}	Collector-to-Emitter Breakdown Voltage	30			V	I _C =100uA E _e =0mW/c m ²	V _{BR ECO}	Emitter-to-Collector Breakdown Voltage	5			V	I _E =100uA E _e =0mW/c m ²	V _{CE (SAT)}	Collector-to-Emitter Saturation Voltage			0.8	V	I _C =2mA E _e =20mW/c m ²	I _{CEO}	Collector Dark Current			100	nA	V _{CE} =10V E _e =0mW/c m ²	T _R	Rise Time (10% to 90%)		15		us	V _{CE} = 5V I _C =1mA R _L =1000Ω	T _F	Fall Time (90% to 10%)		15		us	I _(ON)	On State Collector Current	0.7	3		mA	V _{CE} = 5V E _e =1mW/c m ² λ=940nm
Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions																																																		
V _{BR CEO}	Collector-to-Emitter Breakdown Voltage	30			V	I _C =100uA E _e =0mW/c m ²																																																		
V _{BR ECO}	Emitter-to-Collector Breakdown Voltage	5			V	I _E =100uA E _e =0mW/c m ²																																																		
V _{CE (SAT)}	Collector-to-Emitter Saturation Voltage			0.8	V	I _C =2mA E _e =20mW/c m ²																																																		
I _{CEO}	Collector Dark Current			100	nA	V _{CE} =10V E _e =0mW/c m ²																																																		
T _R	Rise Time (10% to 90%)		15		us	V _{CE} = 5V I _C =1mA R _L =1000Ω																																																		
T _F	Fall Time (90% to 10%)		15		us																																																			
I _(ON)	On State Collector Current	0.7	3		mA	V _{CE} = 5V E _e =1mW/c m ² λ=940nm																																																		
Vraag 1b	Hoe sluit je de fototransistor L53P3C aan? Geef het symbool en duidt aan waar de emitter en collector zich bevinden.																																																							
Antwoord	<div></div> <div>links = emmitter , rechts = collector</div>																																																							
Vraag 1c	Wat is de golflengte van de fototransistor L53P3C? (voor welke golflengte is deze transistor het gevoeligst?)																																																							
Antwoord	940 nm																																																							
Vraag 1d	Wat is het ontvangstbereik van de fototransistor? (Geef eveneens de karakteristiek)																																																							
Antwoord	420 tot 1100 nm																																																							
Vraag 1e	Geef de min-, max spanning en maximale stroom van de fototransistor																																																							
Antwoord	Min V = 5V Max V = 30V Max I = 0.5mA																																																							

Vraag 2a	Zoek op: Wat zijn de eigenschappen van de IR-LED (type TSAL6200)?																																																																																																																					
Antwoord	<table><tr><th colspan="7">BASIC CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)</th></tr><tr><th>PARAMETER</th><th>TEST CONDITION</th><th>SYMBOL</th><th>MIN.</th><th>TYP.</th><th>MAX.</th><th>UNIT</th></tr><tr><td rowspan="2">Forward voltage</td><td>I_F = 100 mA, t_p = 20 ms</td><td>V_F</td><td></td><td>1.35</td><td>1.6</td><td>V</td></tr><tr><td>I_F = 1 A, t_p = 100 μs</td><td>V_F</td><td></td><td>2.2</td><td>3</td><td>V</td></tr><tr><td>Temperature coefficient of V_F</td><td>I_F = 1 mA</td><td>TK_{V_F}</td><td></td><td>-1.8</td><td></td><td>mV/K</td></tr><tr><td>Reverse current</td><td>V_R = 5 V</td><td>I_R</td><td></td><td></td><td>10</td><td>μA</td></tr><tr><td>Junction capacitance</td><td>V_R = 0 V, f = 1 MHz, E = 0</td><td>C_j</td><td></td><td>40</td><td></td><td>pF</td></tr><tr><td rowspan="2">Radiant intensity</td><td>I_F = 100 mA, t_p = 20 ms</td><td>I_e</td><td>40</td><td>72</td><td>200</td><td>mW/sr</td></tr><tr><td>I_F = 1 A, t_p = 100 μs</td><td>I_e</td><td>340</td><td>600</td><td></td><td>mW/sr</td></tr><tr><td>Radiant power</td><td>I_F = 100 mA, t_p = 20 ms</td><td>φ_e</td><td></td><td>40</td><td></td><td>mW</td></tr><tr><td>Temperature coefficient of φ_e</td><td>I_F = 20 mA</td><td>TKφ_e</td><td></td><td>-0.6</td><td></td><td>%/K</td></tr><tr><td>Angle of half intensity</td><td></td><td>φ</td><td></td><td>± 17</td><td></td><td>deg</td></tr><tr><td>Peak wavelength</td><td>I_F = 100 mA</td><td>λ_p</td><td></td><td>940</td><td></td><td>nm</td></tr><tr><td>Spectral bandwidth</td><td>I_F = 100 mA</td><td>Δλ</td><td></td><td>30</td><td></td><td>nm</td></tr><tr><td>Temperature coefficient of λ_p</td><td>I_F = 100 mA</td><td>TKλ_p</td><td></td><td>0.2</td><td></td><td>nm/K</td></tr><tr><td>Rise time</td><td>I_F = 100 mA</td><td>t_r</td><td></td><td>15</td><td></td><td>ns</td></tr><tr><td>Fall time</td><td>I_F = 100 mA</td><td>t_f</td><td></td><td>15</td><td></td><td>ns</td></tr></table>	BASIC CHARACTERISTICS (T _{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)							PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	Forward voltage	I _F = 100 mA, t _p = 20 ms	V _F		1.35	1.6	V	I _F = 1 A, t _p = 100 μs	V _F		2.2	3	V	Temperature coefficient of V _F	I _F = 1 mA	TK _{V_F}		-1.8		mV/K	Reverse current	V _R = 5 V	I _R			10	μA	Junction capacitance	V _R = 0 V, f = 1 MHz, E = 0	C _j		40		pF	Radiant intensity	I _F = 100 mA, t _p = 20 ms	I _e	40	72	200	mW/sr	I _F = 1 A, t _p = 100 μs	I _e	340	600		mW/sr	Radiant power	I _F = 100 mA, t _p = 20 ms	φ _e		40		mW	Temperature coefficient of φ _e	I _F = 20 mA	TKφ _e		-0.6		%/K	Angle of half intensity		φ		± 17		deg	Peak wavelength	I _F = 100 mA	λ _p		940		nm	Spectral bandwidth	I _F = 100 mA	Δλ		30		nm	Temperature coefficient of λ _p	I _F = 100 mA	TKλ _p		0.2		nm/K	Rise time	I _F = 100 mA	t _r		15		ns	Fall time	I _F = 100 mA	t _f		15		ns
BASIC CHARACTERISTICS (T _{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)																																																																																																																						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT																																																																																																																
Forward voltage	I _F = 100 mA, t _p = 20 ms	V _F		1.35	1.6	V																																																																																																																
	I _F = 1 A, t _p = 100 μs	V _F		2.2	3	V																																																																																																																
Temperature coefficient of V _F	I _F = 1 mA	TK _{V_F}		-1.8		mV/K																																																																																																																
Reverse current	V _R = 5 V	I _R			10	μA																																																																																																																
Junction capacitance	V _R = 0 V, f = 1 MHz, E = 0	C _j		40		pF																																																																																																																
Radiant intensity	I _F = 100 mA, t _p = 20 ms	I _e	40	72	200	mW/sr																																																																																																																
	I _F = 1 A, t _p = 100 μs	I _e	340	600		mW/sr																																																																																																																
Radiant power	I _F = 100 mA, t _p = 20 ms	φ _e		40		mW																																																																																																																
Temperature coefficient of φ _e	I _F = 20 mA	TKφ _e		-0.6		%/K																																																																																																																
Angle of half intensity		φ		± 17		deg																																																																																																																
Peak wavelength	I _F = 100 mA	λ _p		940		nm																																																																																																																
Spectral bandwidth	I _F = 100 mA	Δλ		30		nm																																																																																																																
Temperature coefficient of λ _p	I _F = 100 mA	TKλ _p		0.2		nm/K																																																																																																																
Rise time	I _F = 100 mA	t _r		15		ns																																																																																																																
Fall time	I _F = 100 mA	t _f		15		ns																																																																																																																
Vraag 1b	Hoe sluit je de IR-LED (type TSAL6200)? aan? Geef het symbool en duidt aan waar de anode kathode zich bevinden.																																																																																																																					
Antwoord																																																																																																																						
Vraag 1c	Wat is de golflengte van de IR-LED? (voor welke golflengte is deze IR-LED het gevoeligst?)																																																																																																																					
Antwoord	940nm																																																																																																																					
Vraag 1d	Wat is het zendbereik van de IR-LED? (Geef eveneens de karakteristiek)																																																																																																																					
Antwoord																																																																																																																						
Vraag 1e	Geef de min-, max spanning en maximale stroom van de IR-LED																																																																																																																					
Antwoord	Min V = 1.6V Max V = 3V Max I = 1A																																																																																																																					

1.2 Opbouw van een IR-zender

Het is de bedoeling van de zender om een analoog audiosignaal via infrarood lichtvariaties over te brengen naar een IR-ontvanger. Via de laptop kan je muziek overbrengen naar een opampversterkerschakeling die dit signaal versterkt en aanlegt aan een IR-LED. De amplitude van het audiosignaal zorgt voor evenredige intensiteitsveranderingen in het uitgestraalde IR-licht van de IR-LED. De figuur 1 geeft het schema weer van de IR-zender.

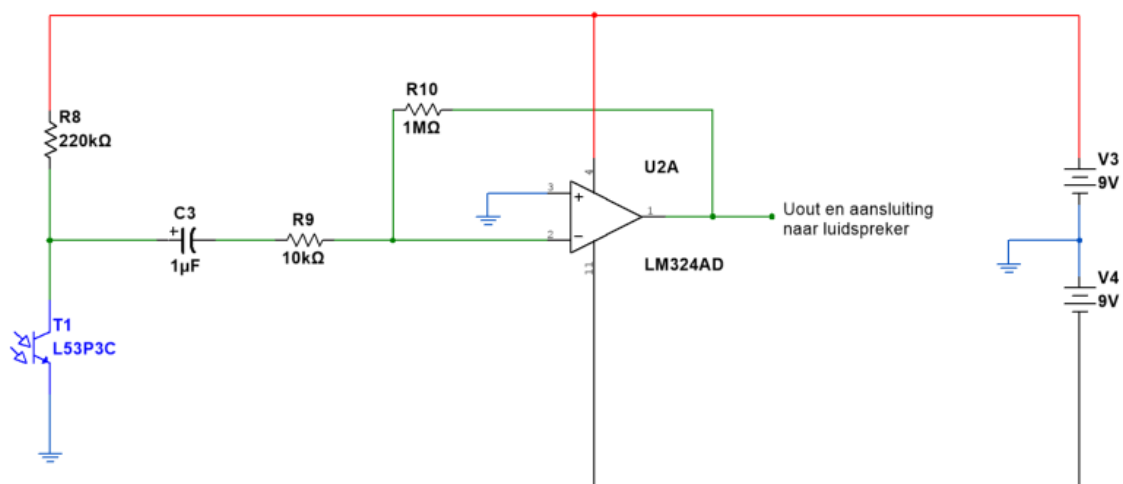


Figuur 1: IR-zender

De opamp zorgt voor de versterking van het signaal. Om de zender uit te testen gebruiken we een signaal van 1 kHz 500 mV. Meet aan de emitter van Q1 het signaal met de oscilloscoop. De koppelcondensator is een niet elektrolytische condensator en bij voorkeur 1 μ F (of hoger). Via de potentiometer R5 kan je de ruststroom door de IR LED instellen. Deze ruststroom bepaalt de lichtsterkte dat de IR LED uitzendt indien er geen signaal aanwezig is. Het door de opamp versterkt signaal wordt aangelegd aan de basis van Q1. Op deze wijze varieert de door de IR LED uitgezonden lichtsterkte in functie van het aangelegde signaal.

1.3 Opbouw van een IR ontvanger

De ontvangstzijde kan opgebouwd worden aan de hand van figuur 2,



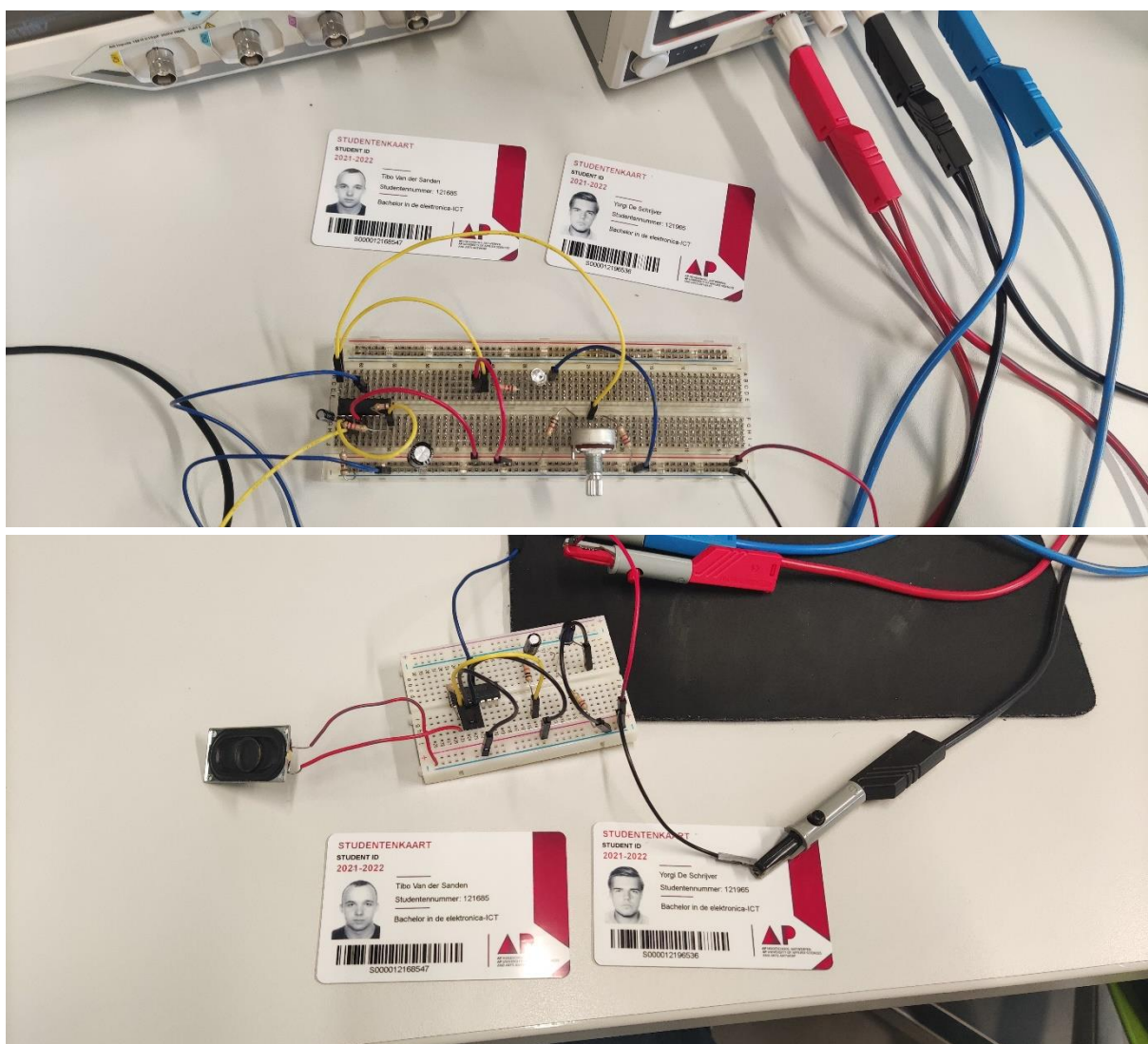
Figuur 2: IR-ontvanger


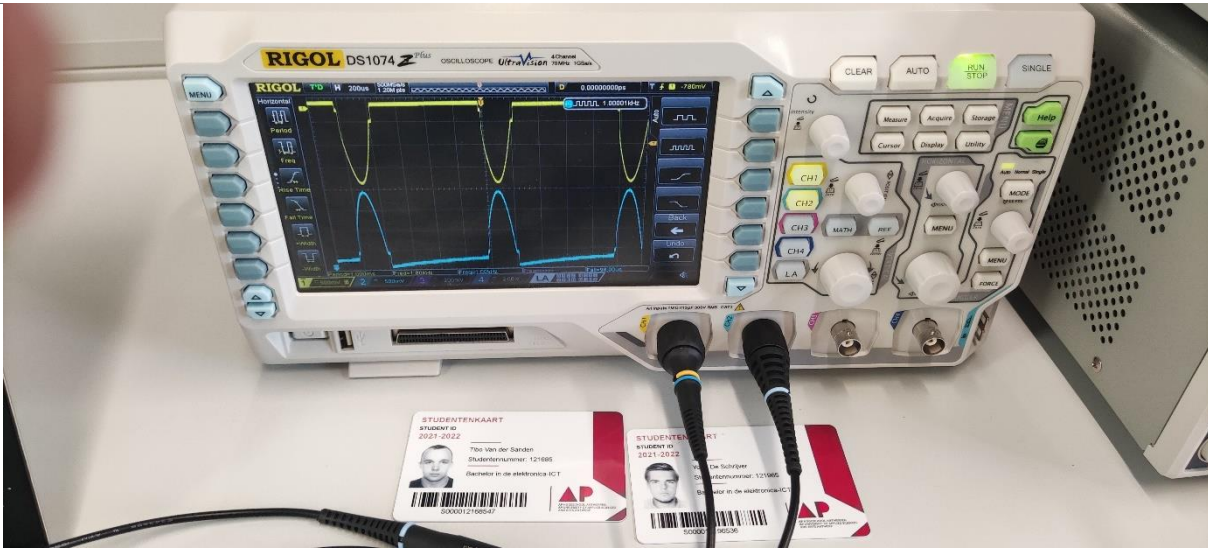
De DC-instelling rond Q1 bij de zender zorgt ervoor dat de IR LED een constante hoeveelheid licht uitzendt als er geen signaal aan de zender wordt aangelegd. Deze constante hoeveelheid


uitgestraald licht wordt door de fototransistor Q2 ontvangen. De geleidbaarheid van deze fototransistor is dan ook constant, waardoor een DC-instelling van deze transistor nodig is. Met $R_8 = 220 \text{ k}\Omega$ kan je dit verwezenlijken. Indien de zender wel een signaal uitzendt, resulteert dit in een variërende lichtsterkte van de IR-LED die door de fototransistor wordt opgevangen. Naarmate er meer IR-licht invalt op Q2 zal deze beter geleiden waardoor U_{CE2} daalt. Als er minder licht wordt uitgestraald, geleidt Q2 minder en U_{CE2} zal dan stijgen. Deze spanningsvariaties komen overeen met de signaolvorm dat aan de IR-zender is aangelegd. De variërende U_{CE2} spanning wordt via C3 aangelegd aan de opamp U2A die dit signaal verder versterkt.

1.3.1 Opdracht op breadboard:

Vraag 3 Plaats een foto van de schakelingen



Vraag 4	Meet de spanningen op met de oscilloscoop aan de ingang (geel kanaal oscilloscoop) van opamp U1A (geel kanaal oscilloscoop) en de uitgang (blauw kanaal oscilloscoop van opamp U1A. Meet ook het signaal op aan de emitter van T1. Geef hieronder de oscillogrammen (met de studentenkaarten zichtbaar))
 Oscillogram	
	Geef hieronder de meetresultaten (spanning – frequentie van de signalen)
Antwoord	$U_{max\ 1} = 225\text{mV}$ $f_1 = 1\text{kHz}$ $U_{max\ 2} = 2\text{V}$ $f_2 = 1\text{kHz}$ $U_{max\ 3} = 400\text{mV}$ $f_3 = 1\text{kHz}$

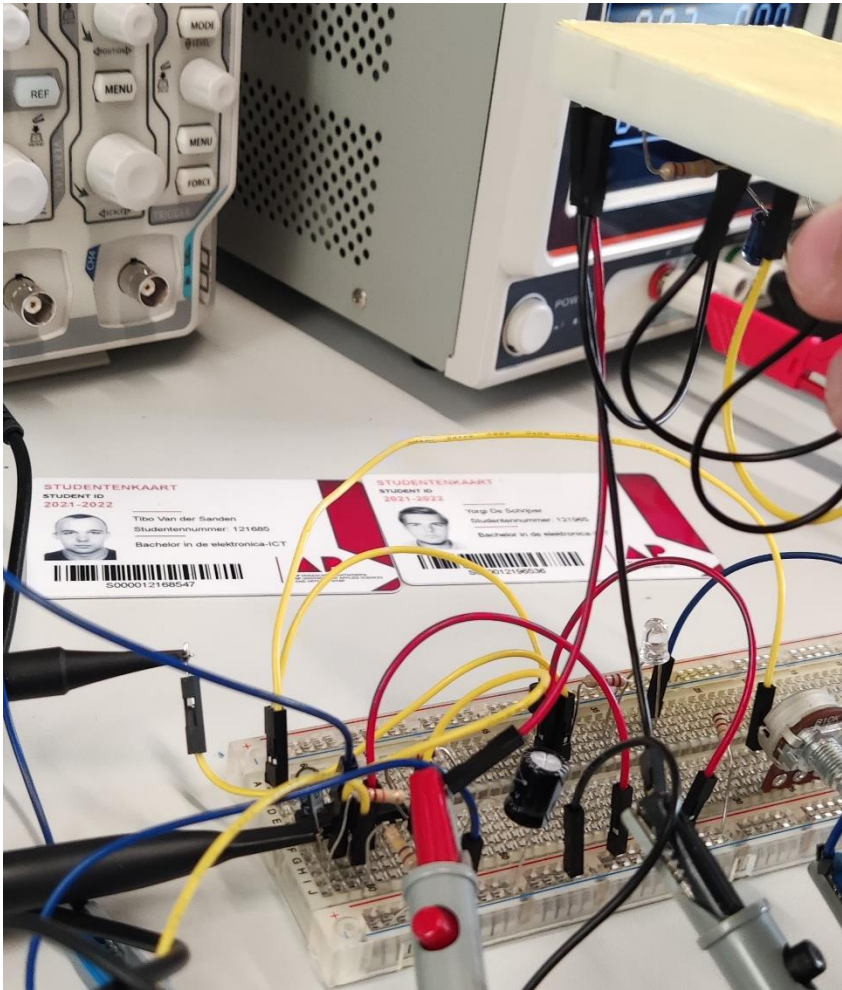
Vraag 5	Meet de spanningen op met de oscilloscoop aan de uitgang van de opamp (zender U1A) (geel kanaal) en aan de basis van de transistor Q1 (BC548) (blauw kanaal oscilloscoop) Geef hieronder de oscillogrammen (met de studentenkaarten zichtbaar))
 Oscillogram	
	Geef hieronder de meetresultaten (spanning – frequentie van de signalen)
Antwoord	$U_{out} = 140\text{mV}$ $F_1 = 1\text{kHz}$ $U_{base} = 17.8\text{V}$ $F_2 = 1\text{kHz}$

Vraag 6	Behoud de laatste meetpunten en draai aan de potentiometer. Verklaar wat je ziet en geef aan wat de bedoeling hiervan is.
Antwoord	De curve gaat omhoog of omlaag dit verandert de spanning.

Vraag 7	Zoek op waarvoor C1 in de schakeling staat. Verklaar het werkingsprincipe is. (Tip: bekijk eventueel opamps als versterker in de cursus electronics))
----------------	---

Antwoord	

Plaats een luidspreker aan de uitgang van de ontvanger (indien je niets hoort, plaats dan een spanningsvolger tussen de luidspreker en de uitgang van de opamp U2A. Van zodra je de 1 kHz-toon hoort, vervang de generator met audio via je laptop en speel een muziek af. Ga na of je dit kan ontvangen met je ontvanger en hoorbaar maken.


Vraag 8	<p>Hoe groot is de maximale afstand tussen zender en ontvanger tot je audio nog net kan horen. Tijdens deze test mag je het volume van het ingangssignaal regelen om een zo groot mogelijk bereik te bekomen. Als je het ingangssignaal vergroot in amplitude moet je wel rekening houden dat het signaal aan de uitgang niet (noemenswaardig) vervormd. Maak een foto van deze afstand tussen zender en ontvanger</p>
Antwoord	

Vraag 9	Zoek op wat een optocoupler is en geef aan wat je hiermee kan doen.
Antwoord	Met dit componentje kan je 2 elektrische schakelingen elektrisch verbinden dit wordt gedaan door de inwendige schakeling van een led en een lichtgevoelige transistor. Je kan op deze manier een signaal van de ene schakeling naar de andere schakeling overdragen. Het functioneert als een soort relais.

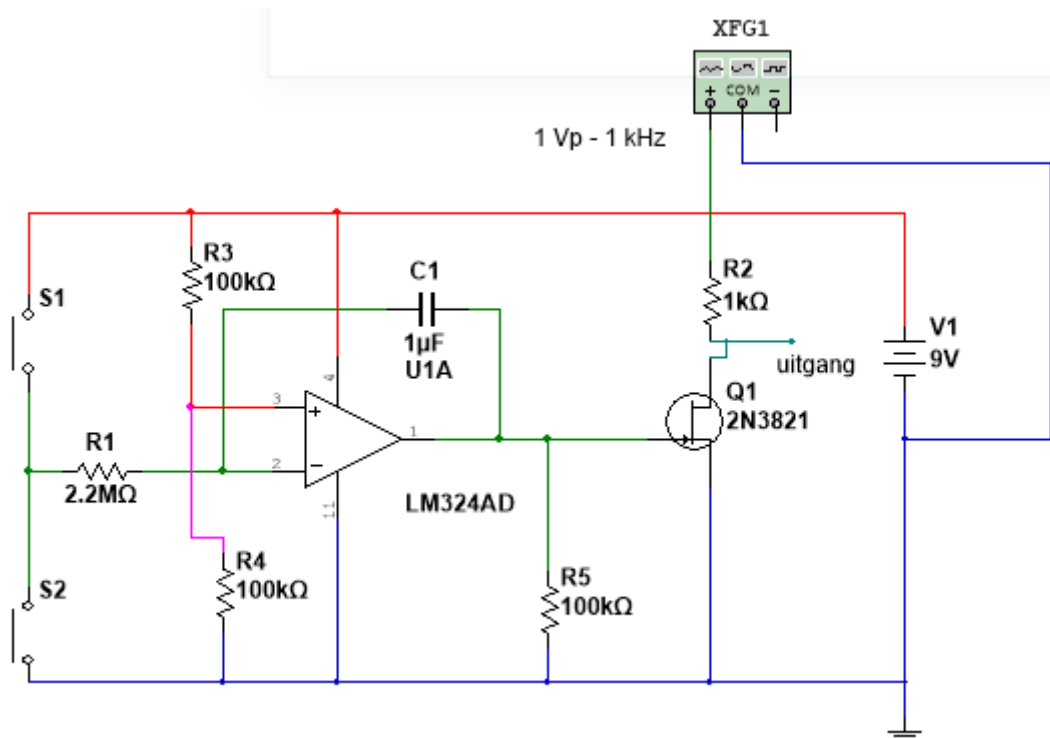
1.3.2 Opdracht via multisim

Teken beide schakelingen in multisim. Vervang de IR-LED en fototransistor door een optocoupler. Leg aan de ingang van de schakeling een signaal aan met volgende kenmerken: 1 kHz / 200 mVp.

Vraag 10	Teken zender en ontvanger in multisim en vervang de IR-LED en fototransistor door de optocoupler. Je bekomt nu 1 schakeling. Plaats hieronder je schema:
Antwoord	

Vraag 11	Maak een AC-analyse en laat volgende signalen zien in deze analyse: <ul style="list-style-type: none"> • Pk-pk[1]: de ingangsspanning van de zender (gemeten over R1) • Pk-pk[2]: de uitgangsspanning van de zenderopamp • Pk-pk[3]: de spanning op de emitter van Q1 (zender) • Pk-pk[4]: De uitgangsspanning van de opamp van de ontvanger
 AC-analyse	

1.4 Spanningsniveauregeling met drukknoppen



Figuur 3: spanningsniveauregeling met drukknoppen


De spanningsniveauregelaar bestaat uit een integrator en kan opgebouwd worden zoals weergegeven in figuur 3. Het regelaar gedeelte bestaat uit het linkse gedeelte van de figuur tot voor de weerstand R5. Vanaf de weerstand R5 met de JFET Q1 en de weerstand R2 bestaat de schakeling uit een JFET-schakeling die ingesteld staat in zijn gebied als regelbare weerstand. De grootte van de uitgangsspanning van de opamp bepaald hoe groot de weerstandswaarde tussen drain en source is van Q1. Q1 vormt met R2 een spanningsdeler voor het signaal dat afkomstig is van de generator.


Helemaal links zijn twee drukknoppen. Indien geen van beide ingedrukt (gesloten) wordt, vormen ze een open keten. Er vloeit dan ook geen stroom door R1. Als de opamp ideaal verondersteld mag worden vloeit er ook geen stroom door C1 zodat de uitgangsspanning van de opamp constant blijft.

R3 en R4 vormen een spanningsdeler zodat over elk van hun 4,5 V staat. Als de S1 gesloten wordt staat aan de ingang van de integratorschakeling +4,5 V. Wordt S2 gesloten dan is de ingangsspanning gelijk aan -4,5 V. Dit betekent dat als S1 gesloten wordt de integrator +4,5 V zal gaan integreren waardoor aan de uitgang van de opamp de spanning zal gaan dalen. Dit wordt op de scoop zichtbaar gemaakt door een dalende lijn. Druk je op S2 dan zal de integrator spanning integreren met een negatieve stap waardoor de spanning aan de uitgang van de opamp zal stijgen. Wanneer beide knoppen worden losgelaten zal de spanning aan de uitgang constant blijven. Door deze spanning nu aan te leggen aan een JFET wordt de drain-source weerstand hiervan beïnvloed. Deze weerstand vormt een spanningsdeler met R2 waardoor het "volume" van het signaal dat via de generator wordt aangelegd regelbaar wordt. Aldus is deze schakeling onder andere bruikbaar als regelbare volumeschakeling.

1.4.1 Opbouw schakeling op breadboard

Opdracht: bouw de schakeling en ga de werking na. Bouw in eerste instantie de integratorschakeling alleen op zonder de JFET-schakeling zowel op breadboard als in multisim.


Vraag 12	Plaats hier een foto van de schakeling.
	

Vraag 13	Welk is de maximale en minimale uitgangsspanning van de integratorschakeling? Geef hierbij ook de scoopbeelden
 Scoopbeelden	
	Maximale uitgangsspanning :
antwoord	
	Minimale uitgangsspanning :


Vraag 14	Hoe groot is de tijdsconstante van de integratorschakeling? Deze reactietijd is speciaal op deze waarde gekozen opdat het stijgen en dalen van de integratorspanning aangepast is aan de menselijke reactiesnelheid)
antwoord	


1.4.2 Opbouw schakeling met multisim

Opdracht : Teken de schakeling in multisim en ga de werking na. Bouw in eerste instantie de integratorschakeling alleen op zonder de JFET-schakeling zowel op breadboard als in multisim.

Vraag 14	Geef hier een foto van je schakeling
 multisim	

--	--

Vraag 15	Welk is de maximale en minimale uitgangsspanning van de integratorschakeling? Geef hierbij ook de scoopbeelden
 Scoopbeelden	
	Maximale uitgangsspanning:
Antwoord	
	Minimale uitgangsspanning :
Antwoord	

Vraag 16	Ontwerp met een FET als regelbare weerstand en de integratorschakeling een volumeregeling om de draadloze overdracht van de audio in volume te regelen (volumen van luidspreker of hoofdtelefoon regelen) Plaats hier een screenschot van je multisimschema (of werkelijk schema)
 multisim	
	Verklaar hier de werking van je ontwerp
Antwoord	
	Toon aan met scoopbeelden of analyse in multisim dat je ontwerp werkt. :
Antwoord	