

# Uitwerkingen § 1

## Opgave 1

A

## Opgave 2

Een spanningsbron wordt belast als er een apparaat op is aangesloten dat (in meer of mindere mate) stroom doorlaat.

## Opgave 3

Een ideale spanningsbron levert bij elke stroomsterkte dezelfde spanning.

## Opgave 4

De accu heeft een heel kleine inwendige weerstand en de (serieschakeling van de) batterijen een heel grote.

## Opgave 5

a.

15 V

b.

0,40 A

c.

$$R_i = \frac{U}{I} = \frac{15 \text{ V}}{0,40 \text{ A}} = 37,5 \Omega$$

d.

De klemspanning is de helft van de bronspanning.

De belastingsweerstand  $R_L$  is dan even groot als de inwendige weerstand namelijk 37,5  $\Omega$ .

## Opgave 6

a.

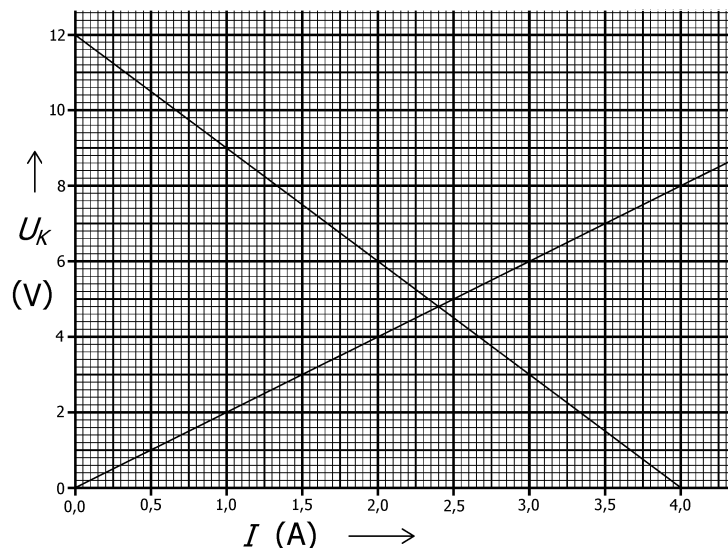
Zie hiernaast.

b.

Zie hiernaast.

c.

4,8 V (zie snijpunt)



## Opgave 7

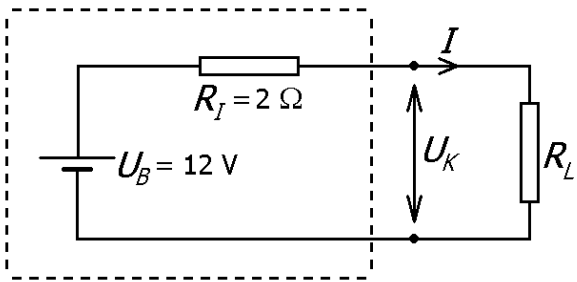
a.

De microfoon hoeft geen stroom te leveren (hij levert alleen spanning).

b.

De luidspreker van 600  $\Omega$  want dan hoeft Johans schakeling minder stroom te leveren.

Opgave 8



$R_L$ ( $\Omega$ )	$I$ (A)	$U_K$ (V)	$P_L$ (W)
0	6	0	0
1	4	4	16
2	3	6	18
4	2	8	16
10	1	10	10
$\infty$	0	12	0

← Maximaal

# Uitwerkingen § 2

## Opgave 1

Blauw, grijs, oranje, goud

## Opgave 2

Oranje, wit, bruin, goud

## Opgave 3

$22 \times 10^2 \Omega = 2200 \Omega = 2,2 \text{ k}\Omega$  met een tolerantie van 5%.

## Opgave 4

$47 \times 10^1 \Omega = 470 \Omega$  met een tolerantie van 5%.

## Opgave 5

$R = 82 \times 10^3 \Omega = 82 \text{ k}\Omega$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5 \text{ V}}{82 \text{ k}\Omega} = 0,018 \text{ mA} = 18 \mu\text{A}$$

Dit spreek je uit als 18 microampère. Hierbij is de Griekse letter  $\mu$  (mu) gelijk aan een miljoenste.

Opmerking

Bij de berekening kun je de letter 'k' (= 1000) in de noemer vervangen door de letter 'm' (= 0,001) in de teller. Je hoeft dus alleen 1,5 te delen door 82 en daarna 'm' toe te voegen.

## Opgave 6

De weerstanden  $270 \Omega$  en  $330 \Omega$  in serie.

Twee weerstanden van  $1,2 \text{ k}\Omega$  parallel.

## Opgave 7

LDR

PTC

NTC

## Opgave 8

a.

PTC-weerstand (of kortweg PTC)

b.

Minder fel. Als de PTC wordt verwarmd, stijgt zijn weerstand. De stroom zal daardoor afnemen en zal de lamp minder fel gaan branden.

## Opgave 9

S wordt geopend  $\rightarrow L_1$  gaat uit  $\rightarrow$  de LDR wordt niet meer beschenen  $\rightarrow$  de weerstand van de LDR neemt toe  $\rightarrow$  de stroom in de rechter schakeling neemt af  $\rightarrow L_2$  schijnt zwakker (of gaat uit).

## Opgave 10

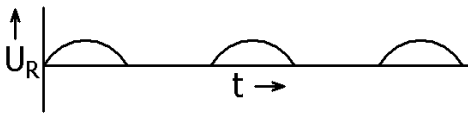
Ongeveer  $0,5 \text{ V}$  (maar de stroom door de diode is dan nog wel zeer klein).

Opgave 11  
Doorlaatrichting  
Sperrichting

Opgave 12

- a. 3 V
- b. 0 V (de zenerdiode laat geen stroom door dus geldt voor de weerstand  $U=IxR=0xR=0V$ ).
- c. 0 V
- d. 2,4 V (want  $15 V - 12 V - 0,6 V = 2,4 V$ ).

Opgave 13



Opgave 14

- a.  
ACEGHDFB
- b.  
BFEGHDCA

# Uitwerkingen § 3

## Opgave 1

De spanning tussen dat punt en aarde.

## Opgave 2

Links: led brandt niet. Rechts: led brandt wel.

## Opgave 3

Potentiaal in plaats van spanning.

Spanning in plaats van potentiaal.

Spanning in plaats van potentiaal.

Potentiaal in plaats van spanning.

## Opgave 4

a.

5 V, 10 V, 3 V

b.

Eerst 9 V of net iets lager en daarna 0 V of net iets hoger.

## Opgave 5

In de linker schakeling brandt de led want 6 V is groter dan 4 V.

In de rechter schakeling brandt de led niet want de potentiaal van de plusingang is het kleinst.

## Opgave 6

de voedingsspanning

nul

## Opgave 7

a.

Groter

(De led gaat branden dus de potentiaal van de plusingang is gestegen. De weerstand van de NTC moet dan groter zijn geworden.)

b.

Gedaald.

c.

Omhoog schuiven (daarmee stijgt de potentiaal van de minusingang).

### Opgave 8

a.

4,5 V

b.

De voedingsspanning (9 V) wordt verdeeld in 6 V en 3 V. Dus potentiaal van plusingang is 3 V.

De potentiaal van de plusingang ligt lager dan die van de miningang.

De uitgangspotentiaal van de opamp is dus laag en de led brandt niet.

c.

Plantenbak droog => plantenbak heeft hoge weerstand => potentiaal van plusingang is hoog => potentiaal van uitgang is hoog => led brandt.

d.

Hoger vochtgehalte plantenbak => kleinere weerstand => lagere potentiaal van plusingang => potentiaal van miningang moet ook lager worden => looper naar beneden.

### Opgave 9

a.

11 V (de twee weerstanden van 1 kΩ delen de 22 V in twee helften)

b.

10 V (dit is de doorslagspanning van de zenerdiode)

c.

De uitgangspotentiaal is laag dus de led brandt niet.

d.

De potentiaal van de miningang wordt 9 V en komt daarmee onder de potentiaal van de plusingang. De potentiaal van de uitgang wordt dus hoog.

e.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{20 - 1,8}{0,020} = 910 \Omega$$

In de E12 reeks wordt dit 1 kΩ.

# Uitwerkingen § 4

## Opgave 1

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

## Opgave 2

Ampère

## Opgave 3

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{12 \text{ C}}{3 \text{ s}} = 4 \text{ A}$$

## Opgave 4

$$\Delta t = \frac{\Delta Q}{I} = \frac{10 \text{ C}}{0,4 \text{ A}} = 25 \text{ s}$$

## Opgave 5

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t = 9,0 \text{ mA} \cdot 60 \text{ s} = 540 \text{ mC} = 0,54 \text{ C}$$

# Uitwerkingen § 5

## Opgave 1

$$C = \frac{Q}{U}$$

## Opgave 2

Farad

## Opgave 3

De ene plaat van de condensator is positief geladen en de andere plaat is negatief geladen.

## Opgave 4

$$Q = C \cdot U = 10 \mu\text{F} \cdot 9,0 \text{ V} = 90 \mu\text{C}$$

## Opgave 5

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{22 \mu\text{C}}{250 \text{ V}} = 0,088 \mu\text{F} = 88 \text{ nF}$$

## Opgave 6

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{20 \mu\text{C}}{100 \text{ nF}} = 0,20 \text{ kV} = 200 \text{ V}$$

Opmerking

Micro gedeeld door nano is kilo, want een miljoenste gedeeld door een miljardste is duizend.

## Opgave 7

a.

48  $\mu\text{F}$

b.

18  $\mu\text{F}$  en 22  $\mu\text{F}$

## Opgave 8

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t = 2,2 \text{ mA} \cdot 3,0 \text{ s} = 6,6 \text{ mC}$$

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{6,6 \text{ mC}}{0,5 \text{ mF}} = 13 \text{ V} \text{ (want } Q \text{ is hier gelijk aan } \Delta Q)$$



# Uitwerkingen § 6

## Opgave 1

a.

$$RC\text{-tijd} = RC = 120 \text{ k}\Omega \cdot 330 \text{ nF} = 39600 \mu\text{s} = 39,6 \text{ ms}$$

Bedenk hierbij dat k (= kilo) keer n (= nano) gelijk is aan  $\mu$  (= micro).

b.

$$0,7 \cdot RC = 0,7 \times 39,6 \text{ ms} = 27,7 \text{ ms.}$$

## Opgave 2

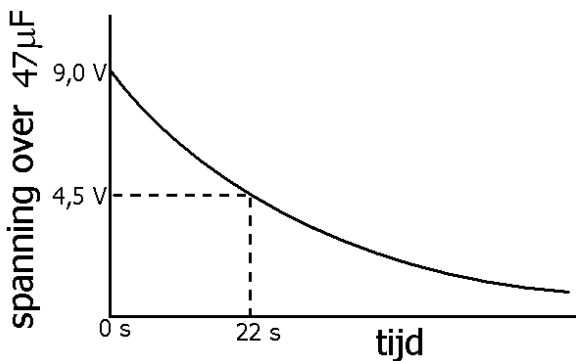
a.

$$RC = 47 \mu\text{F} \cdot 680 \text{ k}\Omega = 32 \text{ s}$$

b.

De spanning over de condensator is gehalveerd na  $0,7 \cdot RC = 0,7 \cdot 32 \text{ s} = 22 \text{ s}$

c.



## Opgave 3

a.

$$RC = 100 \text{ k}\Omega \cdot 100 \mu\text{F} = 10000 \text{ ms} = 10 \text{ s.}$$

$$0,7 \cdot RC = 0,7 \cdot 10 \text{ s} = 7 \text{ s.}$$

b.

Als de potentiaal van de plusingang van de opamp is gedaald tot onder 5 V, gaat de led uit.

## Opgave 4

a.

$$5,2 \text{ V}$$

b.

$$0,7 \cdot RC = 0,35 \text{ s.}$$

$$RC = 0,50 \text{ s}$$

c.

$$R = \frac{RC\text{tijd}}{C} = \frac{0,50 \text{ s}}{2,2 \mu\text{F}} = 0,227 \text{ M}\Omega = 227 \text{ k}\Omega$$

### Opgave 5

a.

De weerstandswaarde van R moet klein zijn zodat de condensator vrij snel ontladen wordt. Bij de volgende piek zal de condensator dan al in een vroeg stadium weer opgeladen worden (via de led).

b.

De waarde van C moet groter worden zodat er meer lading op de platen gebracht moet worden. De stroomsterkte door de led is dan groter.

# Uitwerkingen § 7

## Opgave 1

a.

$$T_H = 0,7 \cdot (33 \text{ k}\Omega + 33 \text{ k}\Omega) \cdot 20 \text{ nF} = 924 \mu\text{s} = 0,924 \text{ ms}$$

b.

$$T_L = 0,7 \cdot 33 \text{ k}\Omega \cdot 20 \text{ nF} = 462 \mu\text{s} = 0,462 \text{ ms}$$

c.

Op plaats a: 12 V

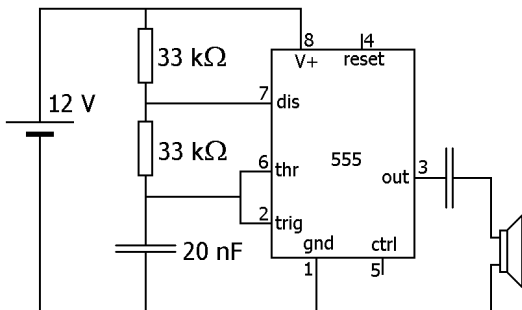
Op plaats b: 0,924 ms

Op plaats c: 0,924 ms + 0,462 ms = 1,386 ms

d.

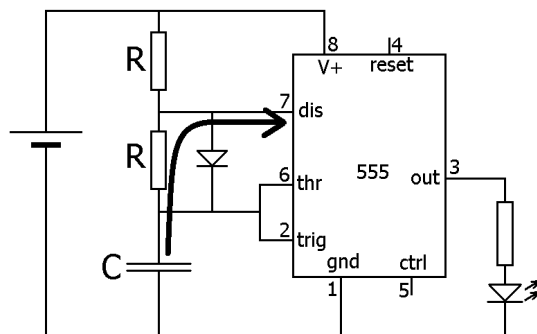
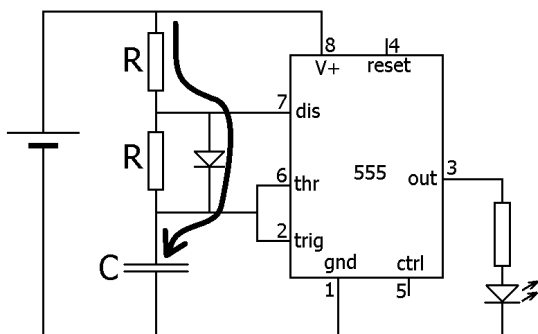
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,386 \text{ ms}} = 0,722 \text{ kHz} = 722 \text{ Hz}$$

e.



## Opgave 2

a. en b.



c.

$$T = 1,4 R \cdot C$$

Toelichting: Zowel  $T_H$  als  $T_L$  is  $0,7 \cdot RC$ .

## Opgave 3

Als er meer licht op de LDR valt, wordt zijn weerstand kleiner. Zowel  $T_H$  als  $T_L$  worden dan ook kleiner. De frequentie en daarmee ook de toonhoogte nemen dan toe.

## Opgave 4

Lager

Zachter

# Uitwerkingen § 8

## Opgave 1

Isolator  
Geleider

## Opgave 2

Kort antwoord:

Voor wisselspanning is de condensator een geleider

Uitgebreider antwoord:

De condensator wordt voortdurend opgeladen en ontladen. Er loopt dus steeds lading naar of van de condensatorplaten

## Opgave 3

a.

$$f_k = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 16 \text{ Hz}$$

b.

$$R = \frac{1}{2\pi f_k C} = \frac{1}{2\pi \cdot 250 \cdot 22 \cdot 10^{-6}} = 29 \Omega$$

c.

$$C = \frac{1}{2\pi f_k R} = \frac{1}{2\pi \cdot 30 \cdot 8} = 0,66 \text{ mF}$$

## Opgave 4

a.

Kort antwoord:

Bij lage tonen geleidt de condensator minder goed.

Uitgebreid antwoord:

Bij lage frequenties heeft de condensator in verhouding meer tijd om opgeladen/ontladen te worden. Daardoor wordt de spanning over de luidspreker lager.

b.

Mogelijk antwoord

Dan is de kantelfrequentie lager en zijn de lage tonen ook beter hoorbaar.

Mogelijk antwoord

Hoe groter de capaciteit van de koppelcondensator is, des te trager zijn spanning verandert en hoe beter het signaal van de signaalbron aan de luidspreker wordt doorgegeven.

## Opgave 5

Bij B: mog. 2

Bij C: mog. 3

Bij D: mog. 4 (voor hoge tonen wordt de luidspreker kortgesloten door de condensator)

Bij E: mog. 2 (voor hoge tonen wordt de weerstand kortgesloten door de condensator)

# Uitwerkingen § 9

## Opgave 1

a.

Niet-inverterende versterker

b.

$$A = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = \frac{470 + 10}{10} = 48$$

c.

$$U_{UIT} = A \cdot U_{IN} = 48 \cdot 0,15 \text{ V} = 7,2 \text{ V}$$

d.

De gemiddelde spanning over de luidspreker is nul, ook zonder koppelcondensator.

## Opgave 2

a.

Inverterende versterker

b.

$$A = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{330}{22} = -15$$

## Opgave 3

a.

$$U_{THERMO} = (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) \cdot \Delta T = (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) \cdot 50 \text{ }^\circ\text{C} = 2,05 \text{ mV}$$

b.

$$A = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{1\text{M}\Omega}{1\text{k}\Omega} = -1000$$

$$U_{UIT} = A \cdot U_{IN} = -1000 \cdot 2,05 \text{ mV} = -2,05 \text{ V}$$

## Opgave 4

a.

De stroomsterkte door de twee weerstanden is dan ongelijk. Hetzelfde geldt dan voor de spanningen over de weerstanden.

b.

De wisselstroom I (door de middenaftakking) wordt nu mede geleverd door de twee condensatoren. Daardoor wordt de spanningsdeler minder belast.

c.

De stroom door de plusingang van de opamp is zeer klein (de opamp heeft een hoge ingangsweerstand).

d.

De tegenkoppeling van de opamp zorgt ervoor, dat de verschilspanning tussen de plusingang en miningang van de opamp (bijna) nul is.

## Opgave 5

Linker potmeter: naar A.

Rechter potmeter: naar A.

# Uitwerkingen § 10

## Opgave 1

doorlaatrichting  
sperrichting

## Opgave 2

De stroomversterking is het aantal keer dat de collectorstroom groter is dan de basisstroom.

## Opgave 3

Tussen 0,5 V en 0,8 V.

## Opgave 4

a.

$$9,0 \text{ V} - 0,6 \text{ V} = 8,4 \text{ V}$$

b.

$$I_B = U / R = 8,4 \text{ V} / 470 \text{ k}\Omega = 0,0179 \text{ mA}$$

c.

$$I_C = 400 \times 0,0179 \text{ mA} = 7,15 \text{ mA}$$

$$U = I \times R = 7,15 \text{ mA} \times 270 \Omega = 1,9 \text{ V}$$

## Opgave 5

De stroom die je krijgt door op c en d te drukken, wordt door de transistor enorm versterkt. Deze versterkte stroom loopt door  $L_2$ .

## Opgave 6

Als er even geen licht op de LDR valt, wordt zijn weerstand zeer groot en wordt de basisstroom bijna nul. De collectorstroom wordt dan ook bijna nul en gaat het lampje uit. Als je je vinger daarna weer weghaalt, blijft de LDR hoogohmig omdat de kamer verduisterd is.

## Opgave 7

kleiner  
basisstroom  
collectorstroom  
toe  
af

## Opgave 8

$$150 \times 150 = 22500$$

### Opgave 9

a.

Als een positief geladen voorwerp de antenne nadert, trekt hij elektronen in de antenne naar zich toe. Er lopen dan elektronen uit de basis van transistor  $T_1$  in de richting van de antenne. Dit komt overeen met een elektrische stroom die de basis van  $T_1$  inloopt (naar rechts dus). Deze stroom wordt achtereenvolgens versterkt door  $T_1$ ,  $T_2$  en  $T_3$ . De versterkte stroom loopt door de led.

b.

Als een negatief geladen voorwerp van de antenne weggaat, stoot hij de elektronen in de antenne minder af. Er lopen dan elektronen uit de basis van transistor  $T_1$  in de richting van de antenne. Zie verder vraag a.