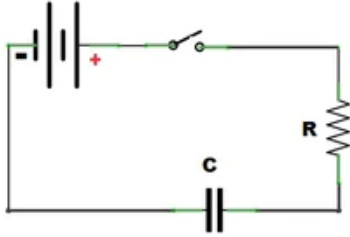


## Kondensator messen

- Thema
- Ladekurve
- Zeitkonstante
- Excel Ladekurve
- Kapazität ermitteln
- C berechnen
- Zeitkonstante berechnen
- Schaltbild
- Oszilloskop
- Links
- [https://github.com/EKlatt/Experiences/RP2040\\_Zero\\_Kapazität](https://github.com/EKlatt/Experiences/RP2040_Zero_Kapazität)

# Thema



RC-Schaltung zur Untersuchung von Lade- und Entladevorgängen.

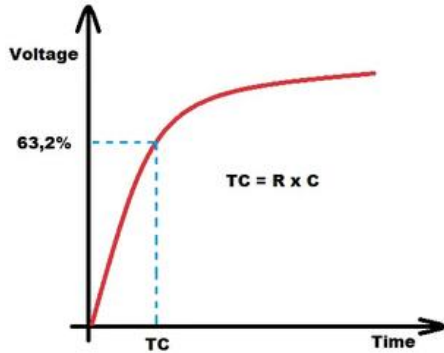
Besteht aus einem Widerstand R und einem Kondensator C.

Die Lade- und Entladekurve von RC-Schaltungen zeigen exponentielles Verhalten.

Die Abhängigkeit der Spannung von der Zeit wird durch eine e-Funktion beschrieben.

Über sie kann die Kapazität von unbekannten Kondensatoren ermittelt werden.

Die Zeitkonstante  $\tau$  ist das Produkt aus dem Widerstandswert R und dem Kapazitätswert C.



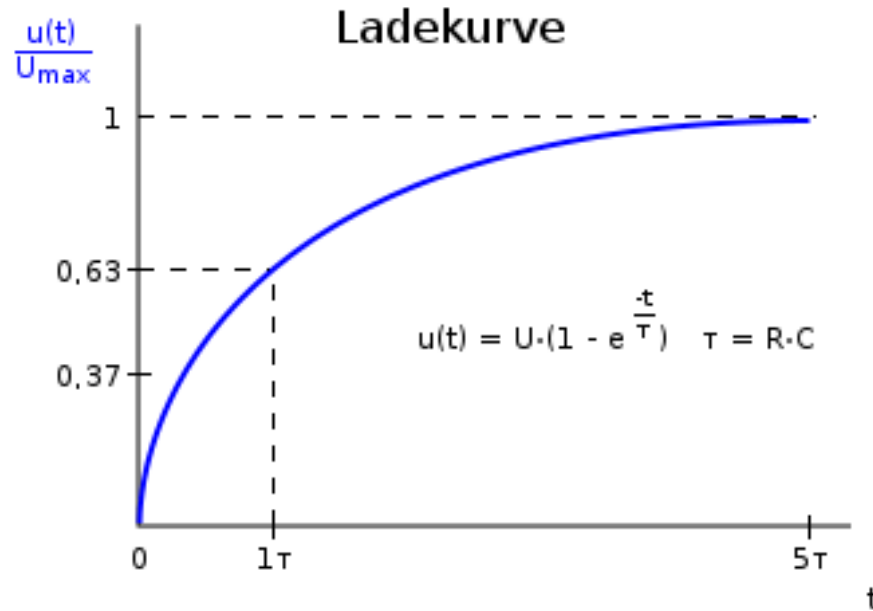
$$u(t) = U \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \tau = R \cdot C$$

Quelle

<https://elektro.turanis.de/html/prj080/index.html>

# Ladekurve

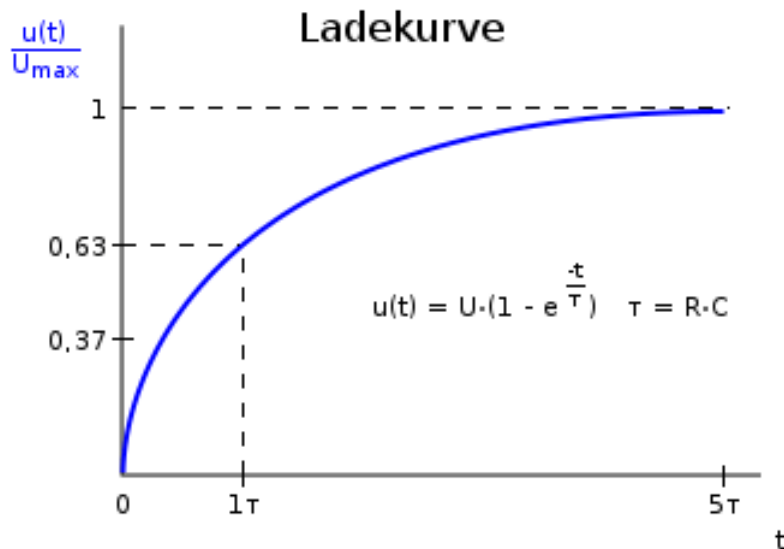
Die Ladezeit ist nur von den Größen des Kondensators C und des Widerstandes R abhängig.



Quelle

<https://elektro.turanis.de/html/prj080/index.html>

# Zeitkonstante



Das Produkt aus Kapazität  $C$  und Widerstand  $R$  ist als Zeitkonstante  $\tau$  (tau) festgelegt.

Zeitkonstante = Widerstand \* Kapazität

$$\tau = R \times C$$

$$1 \text{ s} = 1 \Omega * 1 \text{ F}$$

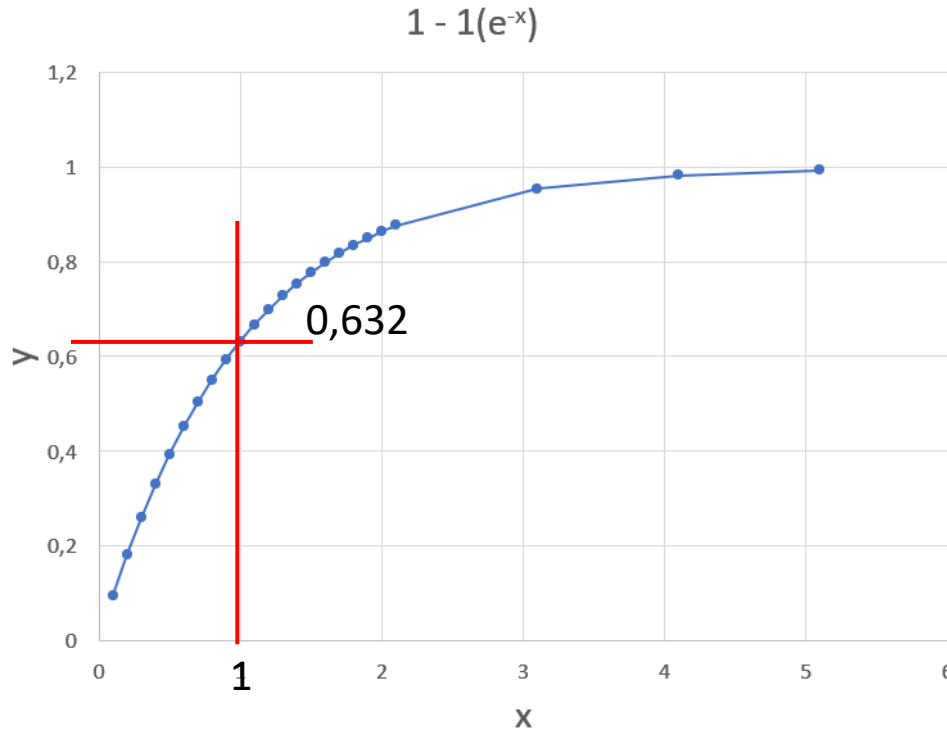
In der Zeit  $1\tau$ , also  $(t/\tau = 1)$   
hat sich der Kondensator auf

$(1 - 1/e^1) = 63,2 \%$   
der Ladespannung aufgeladen.

Quelle

<https://elektro.turanis.de/html/prj080/index.html>

# Excel Ladekurve



In der Zeit  $x=1$  hat sich der Kondensator auf  $1 - 1/e = 63,2\%$  der Ladespannung aufgeladen.

$$y = 1 - e^{-x}$$

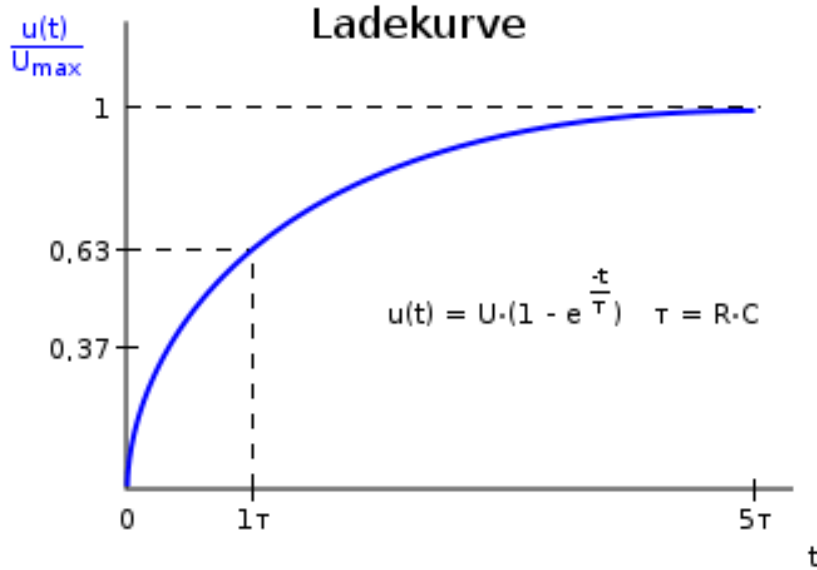
$$\text{Für } y = 1 - e^{-1} \text{ oder } y = 1 - \frac{1}{e^1}$$

$$\text{folgt } y = 0,632$$

Quelle

<https://www.elektronik-labor.de/OnlineRechner/Zeitkonstante.html>

# Kapazität ermitteln



Bei 63,2 % der Ladespannung entspricht die Ladezeit  $t$  dem Wert der Zeitkonstanten  $\tau$ .

Wann sind 63,2 % der Ladespannung erreicht?

Am analogen Eingang des  $\mu C$  steht der ADC-Wert von 0 ... 4095 für einen Spannungsbereich an. (12 Bit Auflösung)

Bekannte Ladespannung:

$U = 3,25 \text{ V}$  (an Kollektor Q2)

Für 63,2 % der Ladespannung ergeben sich:

$U_T = 3,25 \text{ V} \times 63,2 \%$

$U_T = 2,054 \text{ V}$

$T_{\text{ADC}} = \text{ADC}_{\max} * U/U_T$

$T_{\text{ADC}} = 4095 / 3,25 \times 2,054 = 2588$

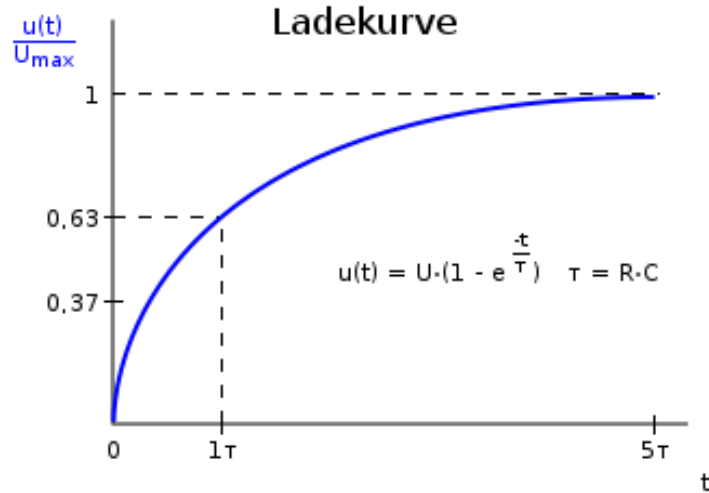
Die Zeit „ $t$ “ messen bis  $T_{\text{ADC}} = 2588$  erreicht werden.

Vergleichswert für C++ Skript:

Algorithmus

# C berechnen

Rechnung im  
Sketch



$$C = t/R$$

$t = 11,4 \text{ s}$  (vom ADC des RP2040 Zero)

$R = 99,8 \text{ k}\Omega$

$$C = 11,4 \text{ s}/99,8 \text{ k}\Omega$$

$$C = 114 \text{ }\mu\text{F}$$

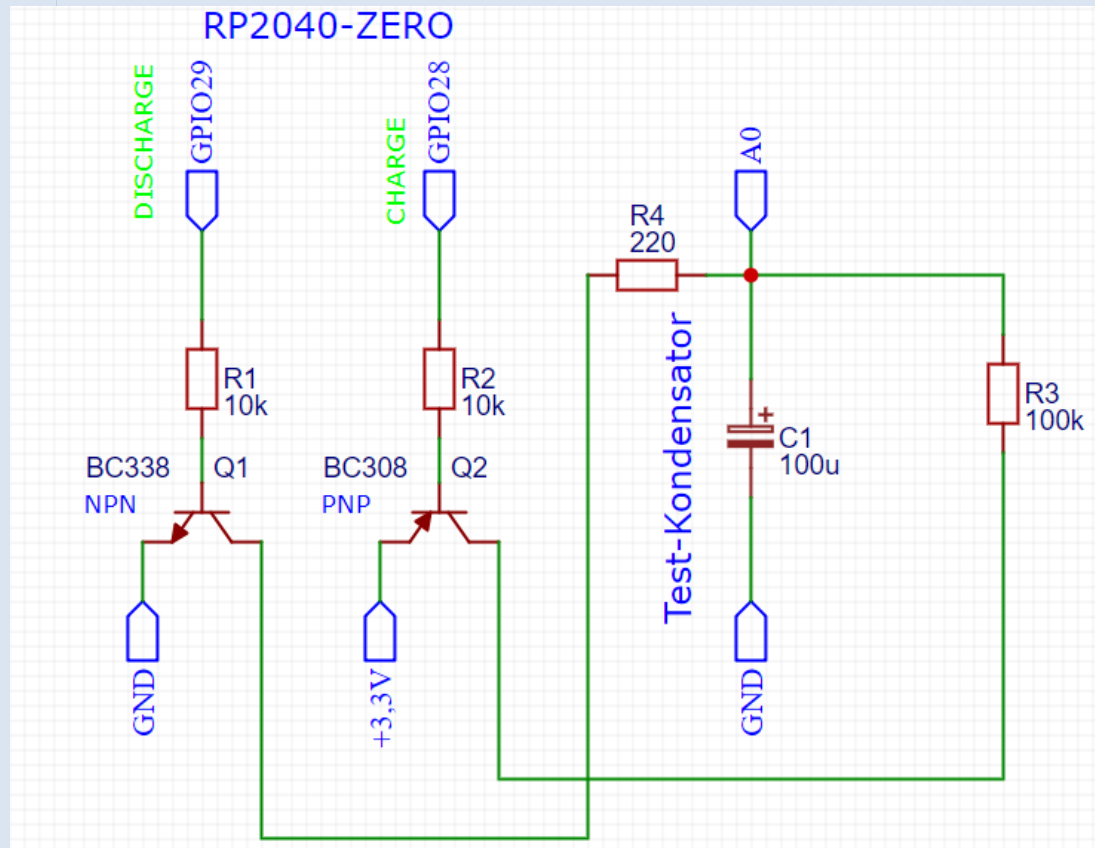
Angabe auf Kondensator 100  $\mu\text{F}$ .

## Zeitkonstante berechnen

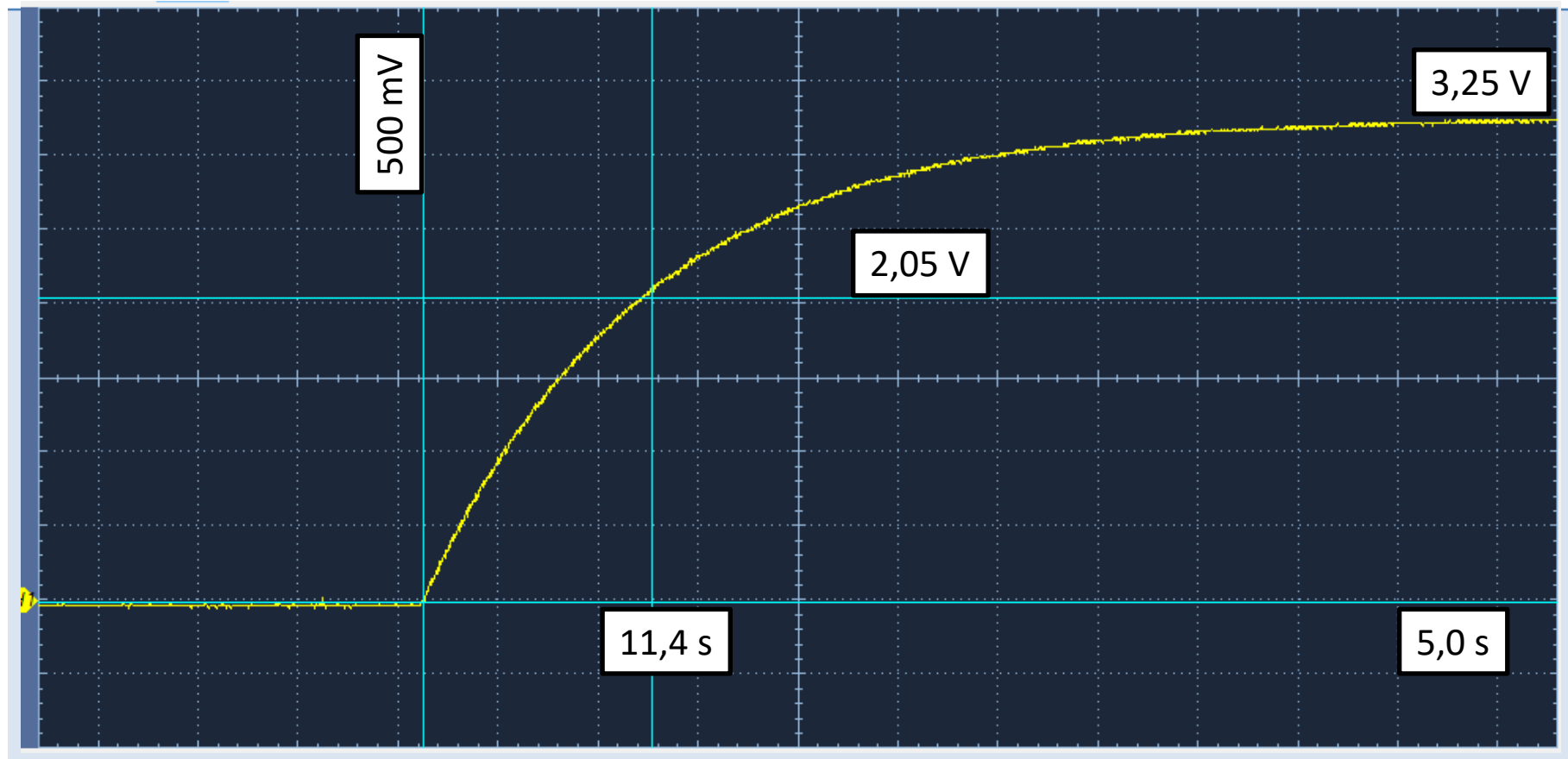
	Welche Zeitkonstante war zu erwarten?
Zeitkonstante?	$\tau = R \times C$
	$R = 100 \text{ k}\Omega$
	$C = 100 \text{ }\mu\text{F}$
	$\tau = 100 \text{ k}\Omega \times 100 \text{ }\mu\text{F}$
	$\tau = 10 \text{ s}$
Gemessen	$t = 11,4 \text{ s}$
Fazit	Die gemessene Zeit $t$ (bei 63,2 %) und die Zeitkonstante $\tau$ liegen in der erwarteten Größenordnung.



# Schaltbild



# Oszilloskop



---

## Links

<https://www.elektronik-labor.de/OnlineRechner/Zeitkonstante.html>

<https://www.rahner-edu.de/mikrocontroller/avr-controller-und-bascom/entladung-kondensator/>

<https://elektro.turanis.de/html/prj080/index.html>

[https://am.heise.de/abo/06\\_ma\\_education/kondensatormessger%C3%A4t.pdf?wt\\_mc=intern.abo.make.education.lp\\_ad.10.10](https://am.heise.de/abo/06_ma_education/kondensatormessger%C3%A4t.pdf?wt_mc=intern.abo.make.education.lp_ad.10.10)

<https://www.az-delivery.de/blogs/azdelivery-blog-fur-arduino-und-raspberry-pi/prototyp-eines-kapazitätsmessgerätes>

<https://www.raspberry-pi-geek.de/ausgaben/rpg/2021/06/kapazitätsmessung-von-kondensatoren/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/RC\\_time\\_constant](https://en.wikipedia.org/wiki/RC_time_constant)

<https://arduino-pico.readthedocs.io/en/latest/analog.html>

---