## Modellierung: Kondensatorentladung - Anleitung

Erstellen Sie eine Modellierung des Ladevorgangs eines Kondensators mit einer Tabellenkalkulation. Damit Sie den Einfluss einzelner Parameter auf den zeitlichen Verlauf besser vergleichen können, ist es hilfreich eine Referenzkurve zu erstellen, deren Parameter immer gleichbleiben.

Schritt 1: Festlegen der Modellparameter:

## Widerstand, Kapazität, Ladespannung, Berechnung des Startwerts für die Stromstärke für t=0s, Zeitschritt

Diese Werte werden jeweils einer Variablen zugeordnet. Dafür klicken Sie in das Feld, in das der Wert eingegeben werden soll, z.B. soll im Feld D3 die Kapazität eingegeben werden. Im Feld links oben ersetzen Sie D3 durch den Variablennamen *Kapazität1* und drücken Enter. Das Gleiche machen Sie für den *Widerstand1* in Feld D2, die *Ladespannung1* (U<sub>0</sub>) in Feld D4, den *Zeitschritt1* in Feld D6. Danach geben Sie geeignete Werte in diese Felder ein. Dem Startwert für die Stromstärke I<sub>0</sub> im Feld D5 ordnen Sie die Variable *Startwert1* zu.

Kapazität1 $\sim$ : $\times \checkmark f_x$ 4700										
	А	В	C	2	D	E				
2	Eingabe:	Widerstand	R=		1000 Ohm					
3		Kapazität	C=		$\langle 4$	700 Mikrofarad				
4		Ladespannung	U0=			10 V				
5		Stromstärke	10=		(	),01 A				
6		Zeitschritt	dt=			0,1 s				
7										
8										

Der Startwert1 wird aus den gegebenen Werten berechnet.

Startwert1 $\sim$ : $\times \checkmark f_{\bullet}$ =Ladespannung1/Widerstand1							
	А	В	c	D	E		
2	Eingabe:	Widerstand	R=	1000	Ohm		
3		Kapazität	C=	4700	Mikrofarad		
4		Ladespannung	U0=	10	V		
5		Stromstärke	10=	0,01			
6		Zeitschritt	dt=	0,1	S		
7							

Entsprechend gehen Sie bei der Eingabe der Referenzwerte vor. Die Variablennamen enden dabei auf 2.

## Schritt2: Anlegen einer Tabelle zur Berechnung der modellierten Größen:

Nun können Sie die Überschrift der Tabellenspalten in Zeile 9 und die Werte bzw. Formeln wie folgt in der ersten (Zeile 10) und zweiten Zeile der Tabelle (Zeile 11) eingeben bzw. berechnen:

	Δ		В			С		D			F
Modellb	ildung: Lad	le				-					-
Eingabe:	Ū	Widerstand		F	R=		100		C	)hm	
		Kapazität		(	C=		2200		N	/ikrofarad	
		Ladespannu	ng	L. L.	J0=		10		V	1	
		Stromstärke		1	0=		=Ladespannu	ng1/Wider	stand1 A	1	
		Zeitschritt		(	dt=		0,1		s		
Zoit in c		Ladung in C			Coopering I	IC in V	Cooppung LID	in M		tromstärke in	٨
2eit in s		Ladung in C			spannung u N	JC IN V	-Ladespappu	ng1	-	Stortwort1	А
=A10+7e	itschritt1	=B10+F10*7	eitschritt1		, =B11/(Kana	zität1/1000000	) =Ladespannu	ng1-C11		D11/Widersta	nd1
1											
ntspre	chend н	erfolgt c	lie Einga	abe für	die Re	ferenzwe	erte:		К		L
ntspre	chend н	erfolgt c	lie Einga Widersta	abe für	die Re	ferenzwe	erte:	100	К	Ohm	L
ntspre	chend н verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta	abe für	die Re	ferenzwe	erte:	100 2200 10	K	Ohm Mikrofarad	L
ntspre	chend н verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan	nung	die Re	ferenzwe R= C= U0=	erte:	100 2200 10	K	Ohm Mikrofarad V	L
	chend н verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstäi	abe für I nd nung	die Re	ferenzwe R= C= U0= I0= dt-	erte:	100 2200 10 =Ladespa	K	Ohm Mikrofarad V d A	L
	chend н verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstär Zeitschrit	nd rke	die Re	ferenzwe R= C= U0= I0= dt=	erte:	100 2200 10 =Ladespa 0,1	K annung2/Wid	Ohm Mikrofarad V d A s	L
ntspre	chend н	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstäi Zeitschrit	abe für I nd nung rke t	die Re	ferenzwe R= C= U0= I0= dt=	erte:	100 2200 10 =Ladespa 0,1	K annung2/Wid	Ohm Mikrofarad V d A s	L
rtspre referenzy	chend н verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstäl Zeitschrit	abe für I nd rke tt	die Re	ferenzwe	c in V	100 2200 10 =Ladespa 0,1	K annung2/Wid	Ohm Mikrofarad V d A s Stromstärke	L Pin A
Referenza Referenza Zeit in s	chend н verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstäl Zeitschrit Ladung in 0	abe für	die Re	ferenzwe	c in V	100 2200 10 =Ladespa 0,1 Spannun =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2	Ohm Mikrofarad V dA s Stromstärke =Startwert2	L Pin A
eferenzy eit in s	chend H verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstäi Zeitschrit Ladung in 0 =110+L10*	abe für I nd nung rke i C 'Zeitschritt	die Re	ferenzwe	c in V	100 2200 10 =Ladespa 0,1 Spannun =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11	Ohm Mikrofarad V d A s Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	L Pin A stand2
eferenzs eit in s	chend H verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstär Zeitschrit Ladung in 0 =110+L10*	abe für I nd nung rke t C Zeitschritt	die Re	ferenzwe	erte: J C in V ität2/1000000)	100 2200 10 =Ladespa 0,1 Spannun =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11	Ohm Mikrofarad V d A s Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	L Prin A stand2
leferenzy H10+Zeit	chend H verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstär Zeitschrit Ladung in 0 =I10+L10*	abe für I nd nung rke t C Zeitschritt	die Re	ferenzwe	erte: J C in V ität2/1000000)	100 2200 10 =Ladespa o,1 Spannun =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11	Ohm Mikrofarad V dA s Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	L Prin A stand2
leferenzy Helt in s H10+Zeit	chend H verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstär Zeitschrit Ladung in 0 =I10+L10*	abe für	die Re	ferenzwe	erte: J C in V ität2/1000000)	100 2200 10 =Ladespa o,1 Spannun =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11	Ohm Mikrofarad V dA s Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	د ۱۰ n A stand2
Leferenzy Referenzy Reit in s	chend H verte:	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstär Zeitschrit Ladung in 0 =I10+L10*	abe für	die Re	ferenzwe	erte: J C in V ität2/1000000)	100 2200 10 =Ladespa =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11	Ohm Mikrofarad V dA 5 Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	L ≥ in A stand2
Ladung in	chend H verte: schritt2	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstä Zeitschrit Ladung in 0 =I10+L10*	abe für	die Re	ferenzwe	erte: J C in V ität2/1000000)	100 2200 10 =Ladespa =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11 Spannung UC S	Ohm Mikrofarad V 5 Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	≥ in A stand2
Referenzy Referenzy Zeit in s ) H10+Zeit	chend H verte: schritt2	erfolgt c	lie Einga Widersta Kapazität Ladespan Stromstar Zeitschrit Ladung in 0 =I10+L10*	abe für I I I I I I I I I I I I I	die Re	ferenzwe	erte: J C in V ität2/1000000)	100 2200 10 =Ladespa =Ladespa =Ladespa	K annung2/Wid g UR in V annung2 annung2-J11 Spannung UC 0	Ohm Mikrofarad V Stromstärke =Startwert2 =K11/Wider	L ≥ in A stand2 mstärke in A 0,1

Markieren Sie in Zeile 11 alle Werte. Gehen Sie mit dem Cursor auf das kleine grüne Kästchen rechts unten und ziehen Sie es um eine Zeile nach unten. Die neuen Werte für den nächsten Zeitschritt werden berechnet.

Ziehen Sie nun weiter runter bis Zeile 400, damit auch bei kleineren Zeitschritten ausreichend Werte berechnet werden. Wenn bei anderen Einstellungen die maximale Spannung im dargestellten Zeitraum noch nicht erreicht ist, können entsprechend noch mehr Werte berechnet werden.

**Schritt 3:** Fügen Sie drei Punkt X/Y-Diagramme: für U(t), Q(t) und I(t) ein.

Stellen Sie die Modellkurve und die Referenzkurve für jede Größe in einem gemeinsamen Diagramm dar.



## Modellierung: Kondensatorentladung - Anleitung

**Hinweise zur Erstellung eines Diagramms:** Markieren Sie alle Spalten, inklusive der Überschrift. Größen, die nicht dargestellt werden sollen, können Sie wie folgt entfernen: Gehen Sie mit dem Cursor ins Diagramm und drücken Sie die rechte Maustaste. Wählen Sie im Menü *Daten auswählen*. Markieren Sie die Größe, die Sie entfernen wollen (Namen anklicken, wird grau markiert). Dann müssen Sie nur noch auf *Entfernen* klicken. Wollen Sie eine Datenreihe z.B. vom Referenzmodell hinzufügen, dann klicken Sie im Menü auf hinzufügen. Geben Sie der Datenreihe einen Namen und wählen Sie dann die Daten für die x- bzw. y-Achse aus, indem Sie diese in der Tabelle markieren.

	v		0 10 0,1		6
),			Diagrammtital		(ĉ
4	12		Datenquelle auswählen	? ×	H
5 5	10		Diagrammdatenbereich: =Tabelle1!\$A\$9:\$E\$400	Ì	fül
6	8				nf.
° 1	6		Zeile/Spalte tau	ischen	rb
6	л		Legendeneinträge ( <u>R</u> eihen)	Horizontale Achsenbeschriftungen (Rubrik)	d
5	4		Hinzufügen Bearbeiten X Entfernen A	📅 Bearbe <u>i</u> ten	US
3	2		Ladung in C	0	co
1	0		Spannung UC in V	0,05	i.
3	1	0 5	Spannung UR in V	0,1	a.f
9		🔵 Ladung in C 🛛 🖕 Sr	Stromstärke in A	0,15	
10	65	5,02321122		0,2 🗸	112
87	44	5,2494288			
38	01	5,46536394	<u>A</u> usgeblendete und leere Zellen	OK Abbrechen	

Bildquellen: Dr. U. Wienbruch

Dr. U. Wienbruch <u>CC BY 4.0</u>