

# NTS1: Natur, Technik, Systeme

## Test 2, November 2013

Erstes Semester WI13

---

Erlaubte Hilfsmittel: **Bücher, Skript und persönlich verfasste Zusammenfassung**. Rechen- und Schreibzeugs.

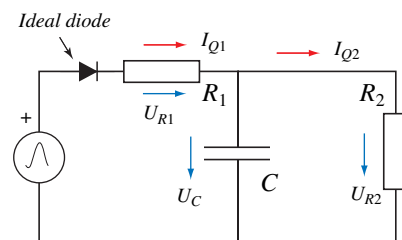
Antworten müssen begründet und nachvollziehbar sein.

Dauer der Prüfung: 60 Minuten.

Eine elektrische Windkesselschaltung als Modell für ein begrüntes Dach

Eine Windkesselschaltung ist wie in der beiliegenden Figur aufgebaut. Die Schaltung soll als sehr grobes erstes (physisches) Modell für ein Dach mit einer Erdschicht gelten.

Für die elektrische Schaltung nehmen Sie an, dass die Diode vollkommen ideal ist ( $U_D = 0 \text{ V}$ ), dass Kondensator und Widerstände lineare Elemente sind (konstante Kapazität und konstante Widerstandswerte), und dass Sie die Spannungsquelle von Hand variabel betreiben.



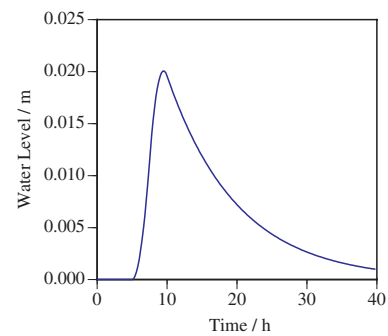
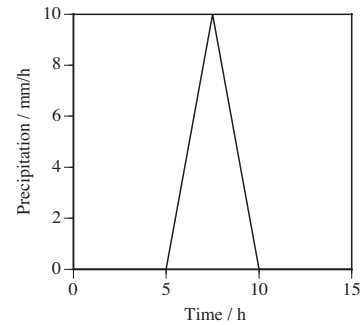
- a. Füllen Sie auf der rechten Seite der Tabelle die entsprechenden (analogen) elektrischen Grössen aus der Schaltung ein: [2.5 P.]

Hydraulisch	Elektrisch (aus der Schaltung)
Regenmenge (Volumen)	
Niederschlag	
Abfluss vom Dach	
Dachfläche	
Höhe des gesammelten Wassers	

- b. Warum braucht es die Diode in der Schaltung? Wie würden Sie sie in einem dynamischen Modell modellieren? [1 P.]
- c. Im nebenstehenden Diagramm ist ein Regenverlauf (Niederschlag = Precipitation, Angabe in mm/h) für einen Tag gegeben. Nehmen Sie an, die Erde auf dem Dach könne alles Wasser aufnehmen, und der Ablauf sei verstopft. Bestimmen Sie (und zeichnen Sie so genau wie möglich) den zeitlichen Verlauf der Wassermenge (Volumen) für ein 200 m<sup>2</sup> grosses Dach. [2 P.]
- d. In der Schaltung möchte man in einem Experiment der Stromstärke  $I_{Q1}$  einen Verlauf wie den des Niederschlags in c geben. Dabei soll 1 mm/h einem Wert von 1 mA entsprechen. Im Maximum soll die Spannung  $U_{R1}$  dabei einen Wert von 5.0 V haben. Wie gross müssen Sie den Widerstandswert für den Widerstand  $R_1$  machen, damit Sie das so hinkriegen? [1.5 P.]
- e. Nehmen Sie an, wir hätten einen Regenfall wie in c. Nun wird in einem Modell mit Tank, Zufluss und Abfluss der Abfluss durch

$$I_{V, Abfluss} = G_V h$$

dargestellt, wobei  $h$  die Wasserhöhe auf dem Dach darstellt. Die Simulation ergibt dann eine Wasserhöhe wie im nebenstehenden Diagramm. Benutzen Sie diese Daten, um  $G_V$  zu bestimmen. Welche Einheit hat  $G_V$ , wenn Sie die in den Diagrammen benutzten Einheiten weiter benutzen? [3 P.]



# NTS1: Natural and Technical Systems

## Test 2, November 2013

First Semester WI13

Allowed tools: **Books. Lecture Notes and personally written summary.** Calculators and writing materials.

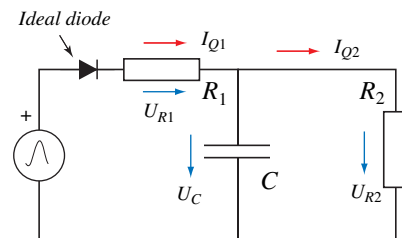
Answers must be explained and must be documented.

Duration of the exam: 60 minutes.

An electric windkessel circuit as a model for a green roof

A windkessel circuit is built as shown in the diagram on the right. Use the circuit as a first rough (physical) model of a roof having a layer of soil on it.

In the circuit, assume that the diode is completely ideal ( $U_D = 0 \text{ V}$ ) and that the capacitor and resistors are linear elements (constant capacitance and resistances). The power source is operated manually.



- a. Fill in the corresponding (analogous) electrical quantities from the circuit in the cells on the right of the table: [2.5 P.]

Hydraulic	Electric (from the circuit)
Amount of rain water (volume)	
Precipitation	
Outflow from roof	
Surface area of roof	
Height of collected water	

- b. Why do we need the diode in the circuit? How do you model the ideal diode in a dynamical model? [1 P.]
- c. In the diagram on the right you see the precipitation as a function of time for a day (given in mm/h). Assume that the soil on the roof can keep all the water and that the drain is clogged. Determine (and draw as carefully as possible) the amount of water (volume) on the roof as a function of time for a surface area of 200 m<sup>2</sup>. [2 P.]
- d. In an experiment with the electric circuit, we want to give the electric current  $I_{Q1}$  a form analogous to that of the precipitation in c. 1 mm/h of precipitation is supposed to correspond to 1 mA. At maximum, give the voltage  $U_{R1}$  a value of 5.0 V. How large do you have to make the resistance of the resistor  $R_1$  to achieve this goal? [1.5 P.]
- e. Assume a case of precipitation as in problem c. In a model having a tank, an inflow and an outflow, the outflow is modeled by

$$I_{V,outflow} = G_V h$$

where  $h$  is the height of water on the roof. In a simulation of the model we obtain the height as a function of time as in the diagram on the right. Use this data to determine  $G_V$ . What is the unit of  $G_V$  if you use the units employed in the diagrams? [3 P.]

