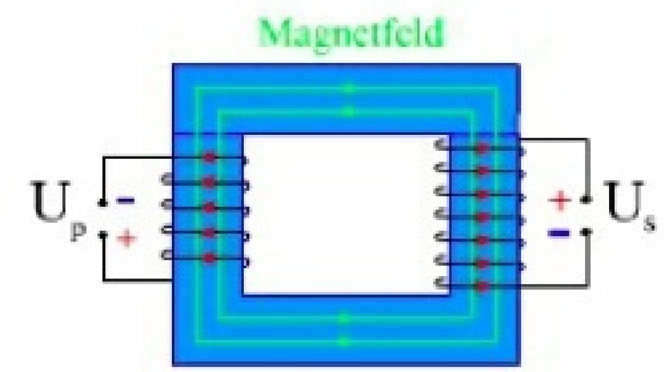
An einen Transformator (Primärwindungszahl n_P, Sekundärwindungszahl n_S) wird primärseitig die Wechselspannung U_P angelegt.



1.1. Leiten Sie aus dem Gesetz für die Spannungsübersetzung am idealen Transformator das Gesetz für die Stromübersetzung her. Nehmen Sie dazu an, das die gesamte primärseitig hineingesteckte Leistung im Sekundärkreis zur Verfügung steht. *(Hinweis: Eine bloße Angabe des Gesetzes für die Stromübersetzung ist wertlos!)*

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

$$\frac{I_P}{I_S} = ?$$

Ann. : $U_P I_P = U_S I_S$

$$\Leftrightarrow \frac{U_P}{U_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

$$= \frac{N_P}{N_S}$$

Ein Trafo mit den Windungszahlen $n_P = 500$ und $n_S = 5$ wird primärseitig an eine Spannung von 230V angeschlossen. Sekundärseitig wird die dicke Kupferspule durch einen Nagel kurzgeschlossen. Primärseitig wird ein Strom von 5A gemessen. Gehen Sie wie in 1.1. von einem idealen Transformator aus.

1.2. Welche Spannung ergibt sich sekundärseitig? $U_S = U_P \frac{N_S}{N_P} = \frac{230V}{100} = 2,3V$

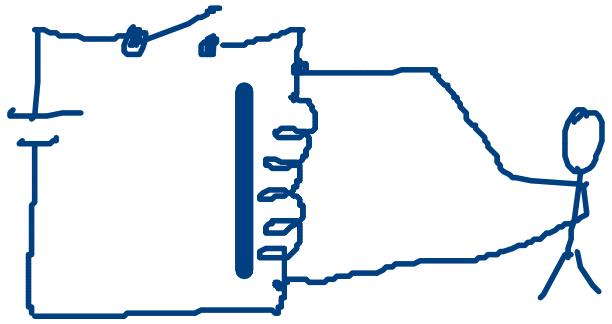
1.3. Welche Stromstärke ergibt sich sekundärseitig? $I_S = I_P \cdot \frac{N_P}{N_S} = 500A$

1.4. Welchen Widerstand hat der Nagel? (*)

1.5. Welcher Strom würde theoretisch fließen, wenn man den Nagel an 230V anschließen würde?

(*) : $R = \frac{U_S}{I_S} = 4,6\,m\Omega$

1.5 $I = \frac{U}{R} = \frac{230V}{4,6\,m\Omega} = 50000\,A$



2.1. Erstellen Sie einen Schaltplan des Experimentes und erläutern Sie die physikalischen Vorgänge beim Ausschalten.

2.2. Berechnen Sie die erlittene Spannung unter folgenden Annahmen:

- Permeabilitätszahl des Eisens: 1000
- Windungszahl: 500
- Länge x Breite x Höhe der Spule: 0,1 m x 0,05 m x 0,05 m
- Stromstärke vor dem Ausschalten: 0,5 A
- Schaltzeit: 1 ms (= Dauer des Ausschaltvorgangs)

2.3. Begründen Sie, warum Sie das Experiment trotzdem – hoffentlich – schadlos überstanden haben und Ihr Physiklehrer nicht inhaftiert wurde.

2.4. Berechnen Sie die magnetische Energie.

(optional: ⊗)

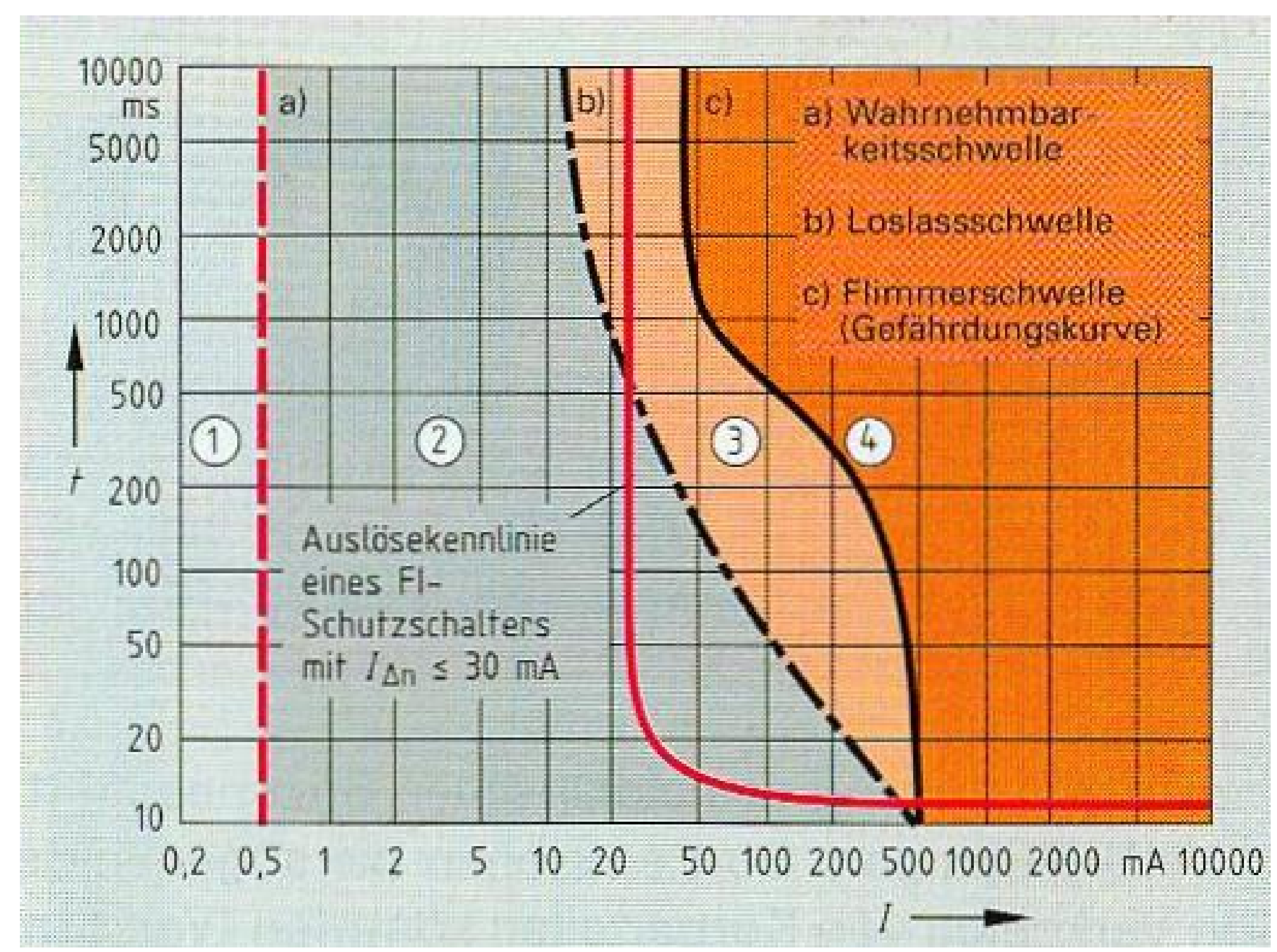
Beim Ausschalten ist $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ sehr groß (wg. Δt sehr klein)

$\Rightarrow U_{ind} = L \cdot \dot{I}$ ebenfalls groß.

2.2. $U_{ind} = L \cdot \dot{I} = \mu_0 \mu_r \cdot A \frac{n^2}{l} \cdot \frac{0{,}5 A}{1 ms} = 3927 V \approx 4 kV$

2.3. Δt viel zu kurz, E (s. 2.4.) zu gering

2.4 $E = \frac{1}{2} L I^2 = 0{,}98 J \approx 1 J$



3.1. Schwingkreis:

Bei Entladung wächst zunächst I, sinkt dann aber wieder. Dieser Abnahme wirkt die Selbstind. entgegen („Lenzsche Regel“).

Ein Kondensator der Kapazität 12,5 µF wird durch eine Batterie mit der Spannung $\hat{U} = 12\,V$ aufgeladen. Dann wird die Batterie abgeklemmt und der Kondensator über eine Spule, deren Induktivität 0,80 H beträgt, entladen. Der ohmsche Widerstand ist nicht zu berücksichtigen. Die Zeitmessung beginnt mit dem Anschließen des geladenen Kondensators an die Spule.

3.1. Begründen Sie kurz, warum sich der Kondensator nach dem Entladen wieder auflädt.

3.2. Welche Spannung liegt 2,0 ms nach Beginn der Zeitmessung am Kondensator an? Wie groß ist zu diesem Zeitpunkt die im Magnetfeld der Spule gespeicherte Energie?

3.3. Der zeitliche Verlauf der Kondensatorspannung und der der Stromstärke sollen gleichzeitig mit einem Zweikanal-Oszilloskop dargestellt werden. Der Bildschirm ist 80 mm breit.

Berechnen Sie die Schwingungsdauer T und zeichnen Sie ein mögliches Schirmbild, wenn für die Horizontalablenkung 5,0 ms/cm eingestellt wurde und die Vertikalablenkung so kalibriert wurde, dass 1 cm der Spannung 4,0 V bzw. der Stromstärke 20 mA entspricht.

[zur Kontrolle: T = 20 ms; Tipp für die $\hat{I}$ -Berechnung: Energiebetrachtung!]

3.2. wg $U(0s) = 12V$: $U(t) = \hat{U} \cdot \cos(\omega t)$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $\left(f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \right)$

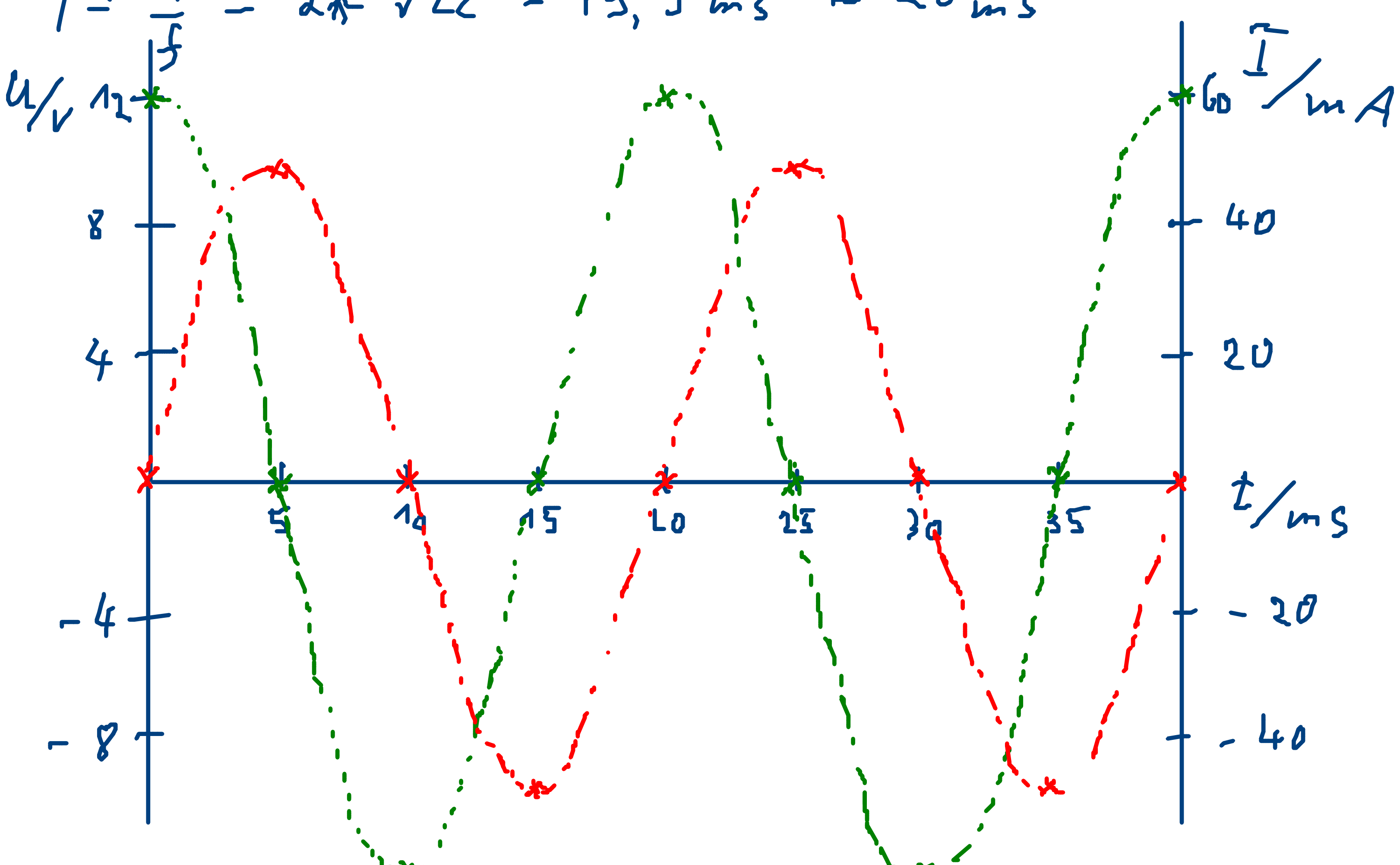
$\Rightarrow U(2ms) = 9,68\,V$

$$E_{ges} = \hat{E}_{el} = \frac{1}{2} C \hat{U}^2 = E_{mag}(t) + E_{el}(t)$$

$$E_{mag}(2ms) = E_{ges} - E_{el}(2ms) = \frac{1}{2} C \hat{U}^2 - \frac{1}{2} C U^2(2ms)$$

$$= \frac{1}{2} C \left((12V)^2 - (9,68V)^2 \right) = 0,31\,mJ$$

3.3. $T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC} = 19,9\,ms \approx 20\,ms$



$\hat{I}$ - Berechnung:

$$\frac{1}{2} L \hat{I}^2 = \frac{1}{2} C \hat{U}^2$$

$$\Rightarrow \hat{I} = \sqrt{\frac{C}{L}}\, \hat{U}$$

$$= 47\,mA$$

<-- 12.6.2013