1 Transfer-Funktion in der *Laplace*-Ebene (Σ=30P)

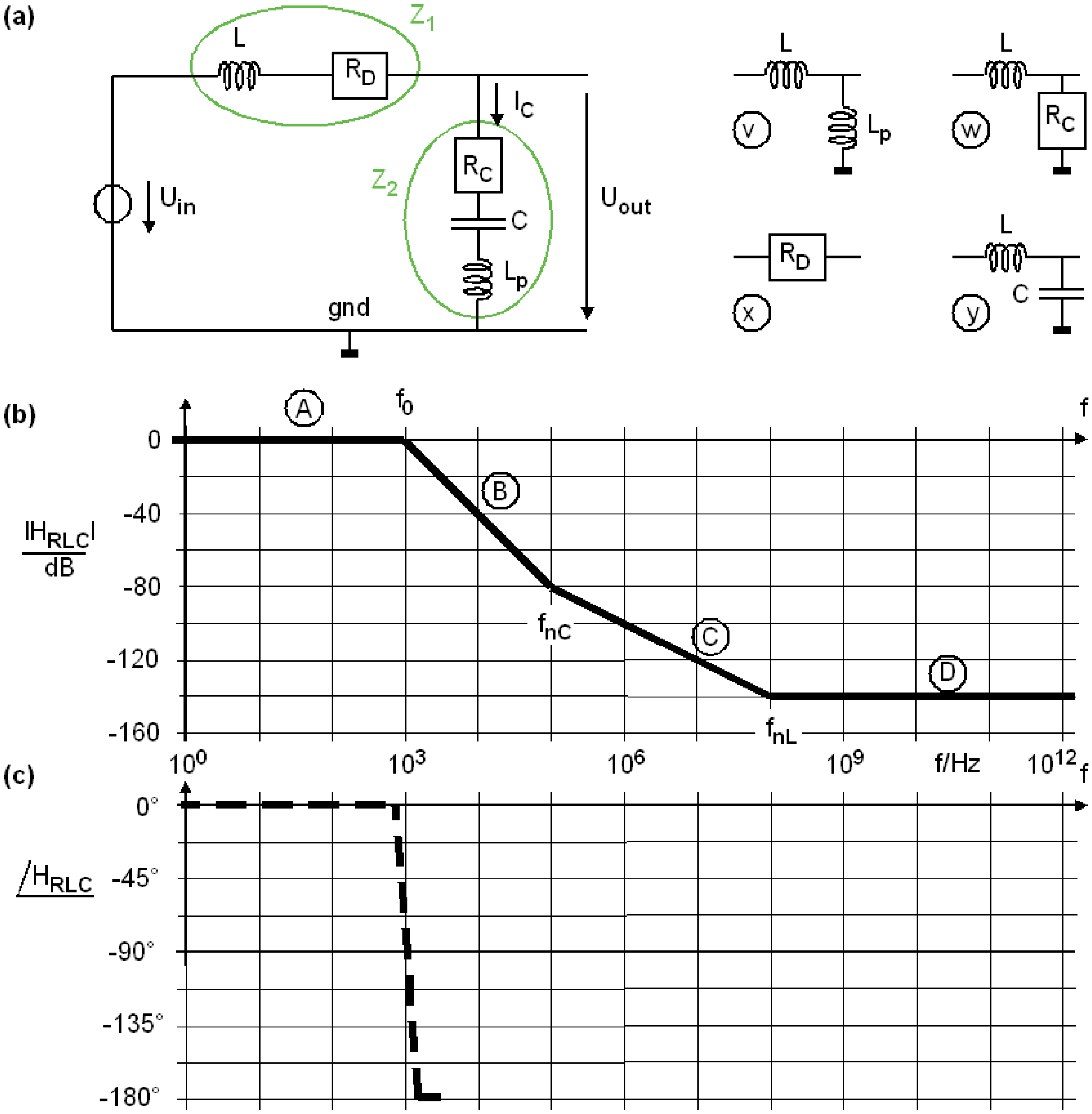

Fig. 1: (a) RLC-Tiefpass mit L = 32 µH, R_D = 30 mΩ, C = 800µF, R_C = 2 mΩ, L_p = 3,2pH
(b) Asymptoten des Amplituden- und **(c)** des Phasendiagramms. **(v,w,x,y)** Dominanzen..

Fig. 1 (a) zeigt einen *RLC*-Tiefpass mit der Übertragungsfunktion $H_{RLC} = U_{out}(s)/U_{in}(s)$. Woraus können wir in Bildteil (c) schließen, dass es in f_0 ein erhebliches Peaking (d.h. Resonanz, Überhöhung des Verlaufs über die Asymptoten) geben muss?

(1P)

. . . .

Komplettieren Sie in Fig. 1 (c) die Asymptoten des Phasendiagramms von $H_{RLC}(s)$. (2P)

Schreiben Sie in Tabelle 1 unter den Kennbuchstaben des Asymptotenabschnitts (*A, B, C, D*) die Buchstaben des Bildteils (*v, w, x, y*), welches die zugehörige Asymptote erzeugt. (4)

Tabelle 1:

Asymptoten-abschnitt		Asymptoten-abschnitt		Asymptoten-abschnitt		Asymptoten-abschnitt
A		B		C		D

Abschätzung der Eckfrequenzen:

Wir schätzen die doppelte Polstelle f_0 und die Nullstellen f_{nC} und f_{nL} ab. (Genaue Berechnung mit Übertragungsfunktion erst auf nächster Seite!) Werte sind auf mindestens 3 Dezimalstellen genau anzugeben. Hinweis: Die Werte passen näherungsweise zu Bild 1(a).

Welche zwei Impedanzen sind in f_0 betragsmäßig ungefähr gleich groß? (Formel) (1P)

. . . .

Welches abgeschätzte f_0 ergibt sich daraus? (Formel und Wert) (2P)

$f_o \cong$ . . . .

Welche zwei Impedanzen sind in f_{nC} betragsmäßig ungefähr gleich groß? (Formel) (1P)

. . . .

Welches abgeschätzte f_{nC} ergibt sich daraus? (Formel und Wert) (2P)

$f_{nC} \cong$ . . . .

Welche zwei Impedanzen sind in f_{nL} betragsmäßig ungefähr gleich groß? (Formel) (1P)

. . . .

Welches abgeschätzte f_{nL} ergibt sich daraus? (Formel und Wert) (2P)

$f_{nL} \cong$ . . . .

Genaue Berechnung der Übertragungsfunktion:

Berechnen Sie $Z_1(s)$ gemäß der grünen Kennzeichnung in Bildteil (a) mit *Laplace*-Variable s.
(1P)

$Z_1(s)$ =

. . . .

Berechnen Sie $Z_2(s)$ gemäß der grünen Kennzeichnung in Bildteil (a) mit *Laplace*-Variable s.
(1P)

$Z_2(s)$ =

. . . .

Wie berechnet sich die Übertragungsfunktion $H_{RLC}(s) = U_{out}(s) / U_{in}(s)$ des Tiefpasses **als Funktion von $Z_1(s)$ und $Z_2(s)$?** (Berechnung als Funktion von $R_\#$, $L_\#$, C weiter unten!)
(1P)

$H_{RLC}(s)$ **=**

. . . .

Wie berechnet sich die Übertragungsfunktion $H_{RLC}(s) = U_{out}(s) / U_{in}(s)$ des Tiefpasses **als Funktion von R_C , R_D , L, C, L_p und *Laplace*-Variable s?** Gefragt ist eine Doppelbruch-freie Formel, in der in Zähler und Nenner jeweils nur einmal s und s^2 vorkommen.
(3P)

$H_{RLC}(s)$ **=**

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

Wir stellen die Übertragungsfunktion dar als $H_{RLC}(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{a_0 + a_1 \cdot s + a_2 \cdot s^2}{b_0 + b_1 \cdot s + b_2 \cdot s^2}$. Dann ergeben sich die Koeffizienten für $b_0 = 1$ als Funktionen von R_C , R_D , L, C und L_p zu:
(2P)

a_0 = 1 **a_1 =** . . . . **a_2 =** . . . .

b_0 = 1 **b_1 =** . . . . **b_2 =** . . . .

$H_{RLC}(s)$ hat die Nullstellen $s_{n1,2} = \frac{-a_1}{2a_2}\left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4a_0 a_2}{a_1^2}}\right)$ = -3,125·10^8 (1 ± 0,998) s^{-1}.

Berechnen Sie die Nullstellenfrequenzen f_{n1} und f_{n2} und identifizieren Sie, welche Eckfrequenz in Fig. 1(a) damit exakt berechnet wurde. (3P)

$H_{RLC}(s)$ hat die Polstellen $s_{p1,2} = \frac{-b_1}{2b_2}\left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4b_0 b_2}{b_1^2}}\right)$ = -500 (1 ± j·12,46) s^{-1}.

Berechnen Sie die Polfrequenzen $f_{p1,2}$ und benennen Sie, welche Eckfrequenz in Fig. 1(a) damit exakt berechnet wurde. (3P)