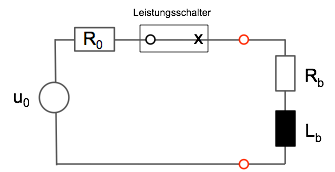
1. Induktive Last

Eine Spannungsquelle mit Innenwiderstand Ra wird mit einer Wirklast Rb und einer induktiven Last Lb betrieben, wie in folgender Abbildung gezeigt.



Frage 1.1 (8 Punkte): Erstellen Sie die Differentialgleichung der Schaltung. Hinweis: Geben Sie Zählpfeile für Strom und Spannung vor, aus denen sich die Vorzeichen ableiten lassen.

Frage 1.2 (8 Punkte): Es wird eine Gleichspannungsquelle u0 verwendet. Zum Zeitpunkt t = t0 wird die Spannungsquelle eingeschaltet (durch Schließen des vorher geöffneten Leistungsschalters). Skizzieren Sie den Verlauf des Stroms, den Spannungsverlauf über der Induktivität, sowie den Spannungsverlauf über der Last (Rb und Lb) auf der Zeitachse.

Frage 1.3 (8 Punkte): Die Schaltung wird mit Gleichspannung betrieben. Im eingeschwungenen Zustand wird der Leistungsschalter zur Unterbrechung des Stromes zum Zeitpunkt t = t1 geöffnet, es entsteht ein Lichtbogen im Leistungsschalter. Wie groß muss die Spannung über dem Lichtbogen werden, damit der Strom ausgeschaltet werden kann? Was geschieht beim Ausschalten mit der in der Induktivität gespeicherten Energie?

Frage 1.4 (6 Punkte): Die Schaltung wird mit Wechselspannung der Frequenz 50 Hertz betrieben. Erstellen Sie die Differentialgleichung in Phasorenschreibweise. Stellen Sie die Spannung über der Last als Zeiger dar und berechnen Sie den Kosinus des Phasenwinkels (cos (φ)) zwischen Strom und Spannung.

Frage 1.5 (6 Punkte): Abschalten von Wechselstrom. Die zu Frage 1.1 erstellte Differential-gleichung gilt auch für das Abschalten von Wechselstrom. Wodurch vereinfacht sich bei Wechselstrom im Vergleich zum Gleichstrom der Abschaltvorgang? Gemessen an der Spannung über der Last, wann wäre ein günstiger bzw. ungünstiger Zeitpunkt zum Betätigen des Leistungsschalters?

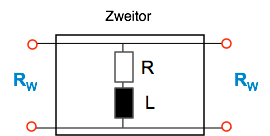
Frage 1.6 (6 Punkte): Die Last soll nun mit Hilfe einer Leitung an das Netz angeschlossen werden. In der elektrischen Energieversorgung spricht man von der natürlichen Leistung einer Leitung, wenn die Leitung mit einer Last der Größe ihres Wellenwiderstandes ab-geschlossen ist, d.h. RL = RW. Folgende Abbildung zeigt hierzu eine Kompensation des induktiven Anteils der Last mit Hilfe einer Kapazität, so dass diese Bedingung erfüllt ist.



Welche Leistung überträgt die Leitung in Abhängigkeit der Netzspannung UN und des Wellen-widerstandes RW? Wie groß ist die Spannung UL über der Last im Verhältnis zu UN? Wie groß ist cos (φ) (der Kosinus des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung) am Anfang der Leitung der und am Ende der Leitung?

1. Berechnung der Streuparameter

Ein Zweitor aus konzentrierten Bauteilen (keine Leitungen und Leitungseffekte) besteht aus zwei Widerständen und einem Kondensator, wie in der Abbildung gezeigt. Die Komponenten haben folgende Werte: R = 50 Ω, L = 125 nH. Die Bezugsgröße RW beträgt 50 Ω.



Frage 2.1 (8 Punkte): Geben Sie die Beschaltung zur Ermittlung der Streuparameter an (Skizze).

Frage 2.2 (4 Punkte): Ist das Zweitor übertragungssymmetrisch (reziprok, d.h. s21 = s12)? Geben Sie bitte eine qualitative Begründung an. Ist das Zweitor verlustfrei?

Frage 2.3 (4 Punkte): Ist das Zweitor symmetrisch (s22 = s11)? Geben Sie bitte eine qualitative Begründung an.

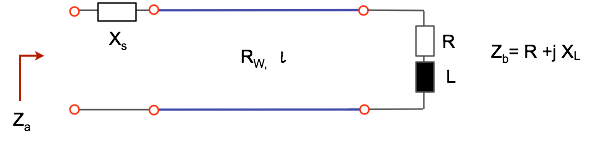
Frage 2.4 (8 Punkte): Berechnen Sie die Streumatrix für die Frequenz f = 400/2π MHz mit den weiter oben angegebenen Werten für R, L und RW. Hinweis: Beschreiben Sie bitte auch kurz den Lösungsweg, z.B. durch eine Skizze bzw. Formel.

Frage 2.5 (8 Punkte): Wie lautet die Streumatrix für folgende Fälle: (1) Frequenz f = 0 Hz, (2) sehr hohe Frequenzen (f -> unendlich). Prüfen Sie die Ergebnisse auf Plausibilität.

Frage 2.6 (6 Punkte): Bei Einspeisung an Tor 1 und Betriebsfrequenz aus Frage 2.4: (1) Welcher Anteil der Wirkleistung wird an Tor 1 reflektiert? (2) Welcher Anteil der Wirk-leistung läuft auf Tor 2 an? (2) Welcher Anteil der Wirkleistung wird im Zweitor konsumiert? Wie lautet die Leistungsbilanz bei den Spezialfällen aus Frage 2.5, d.h. für niedrige Frequenzen (f -> 0Hz), bzw. für sehr hohe Frequenzen (f -> unendlich)

1. Anpassschaltung

Die Aufgabe soll mit Hilfe des Smith-Diagramms gelöst werden. Anpassschaltung: Die Abschlussimpedanz Zb soll wie in der folgenden Abbildung gezeigt mit Hilfe einer Leitung der Länge ℓund einer Serienreaktanz Xs auf die Eingangsimpedanz Za angepasst werden.



Gegeben sind folgende Werte: RW = 50 Ω, Zb = (50 + j50) Ω, Za = 50 Ω. Zur Anpassung soll eine Leitung der Länge ℓ, sowie ein konzentriertes Bauteil verwendet werden.

Die Schaltung wird einer Frequenz von f = 400/2π MHz betrieben. Der Verkürzungsfaktor der Leitung beträgt v/c = 0,66.

Frage 3.1 (8 Punkte): Erläutern Sie den Lösungsweg. Beschreiben Sie hierzu Startpunkt und Ziel der Transformation, sowie mögliche Wege der Transformation im Smith Diagramm. Beschreiben Sie die möglichen Lösungen. Wählen Sie eine Lösung aus.

Frage 3.2 (4 Punkte): Berechnen Sie die benötigte Kapazität bzw. Induktivität bzw. Leitungs-länge für die von Ihnen gewählte Lösung.

Frage 3.3 (4 Punkte): Welche Wirkleistung im Verhältnis zur eingespeisten Leistung im angepassten Fall nimmt die Schaltung auf in den folgenden Fällen: (1) ohne Anpass-schaltung (Zb direkt an der Quelle angeschlossen), (2) mit Anpassschaltung. Hinweis: Verwenden Sie den Reflexionsfaktor.

Frage 3.4 (4 Punkte): Wie wirken sich Ungenauigkeiten in der Leitungslänge aus? Erläutern Sie den Einfluss einer zu langen bzw. zu kurzen Leitung auf die Anpassung.