

Schriftliche Prüfung aus VO Energieversorgung am 24.04.2018

Name/Vorname: _____ / _____ Matr.-Nr./Knr.: _____ / _____

1. Leitungsgleichungen (24 Punkte)

Gegeben ist eine 380 kV-Drehstromfreileitung in einem 50 Hz-Netz mit Dreierbündel und der Länge 500 km mit folgenden Parametern:

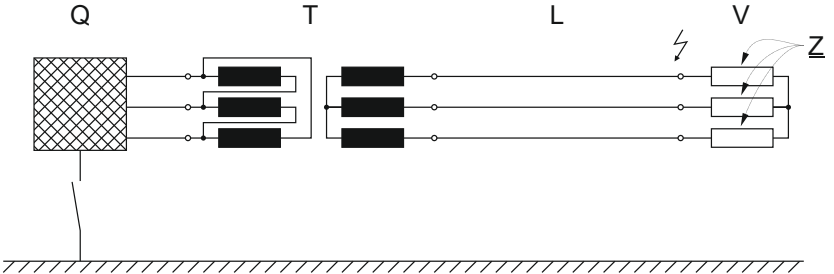
$$R' = 0; \frac{\Omega}{\text{km}}; X' = 0,35 \frac{\Omega}{\text{km}}; G' = 0 \frac{\text{S}}{\text{km}}; C' = 12 \frac{\text{nF}}{\text{km}}$$

- a. (3) Wie groß ist die **komplexe Ausbreitungskonstante** $\underline{\gamma}$ der Freileitung?
- b. (3) Welche Spannung stellt sich am Ende der leerlaufenden Leitung ein, wenn am Anfang Nennspannung herrscht?
- c. (5) Berechnen sie die **Kompensationsimpedanz**, welche am **Ende der leerlaufenden Leitung** zugeschaltet werden muss, damit sich am Ende der Leitung ein Spannungsanstieg von **105% der Nennspannung** einstellt.
- d. (3) Für welche Scheinleistung muss die Kapazität bzw. Induktivität des **Bauelements für die Kompensation** der Leitung nach Punkt c. dimensioniert werden?
- e. (2) Wie sollte diese Impedanz mit der **Leitung verschaltet** werden (mit Begründung)?

Die folgenden Teilaufgaben können ohne Lösung der Teilaufgaben b-e bearbeitet werden. Verwenden Sie ab hier folgenden Wert für die Kompensationsimpedanz: $X = j990 \Omega$.

- f. (3) Berechnen Sie die **Spannung am Leitungsende** nach dem Kompensationsvorgang, wenn am Anfang der Leitung Nennspannung herrscht.
- g. (3) Die thermisch zulässige Leistung dieser Leitung soll der doppelten natürlichen Leistung entsprechen. Wie groß ist in diesem Fall der **zulässige Strom eines Einzelleiters**?
- h. (2) Wie groß ist die **Blindleistung am Anfang** der Leitung, wenn diese mit dem **Wellenwiderstand** abgeschlossen ist?

2. Einphasige Leitungsunterbrechung in einem isoliert betriebenen Drehstromsystem (24 Punkte)



Netzeinspeisung Q $U_N = 10 \text{ kV}; S_k = 1,2 \text{ MVA}; c = 1,1; R/X = 0$; alle Sternpunkte offen

Transformator T DY5 ; $U_1/U_2 = 10 \text{ kV}/0,4 \text{ kV}; S_N = 500 \text{ kVA}; P_k = 0 \text{ W}; u_k = 6 \%$; $X_{T(0)} = 7,5 \Omega$; Sternpunkt offen

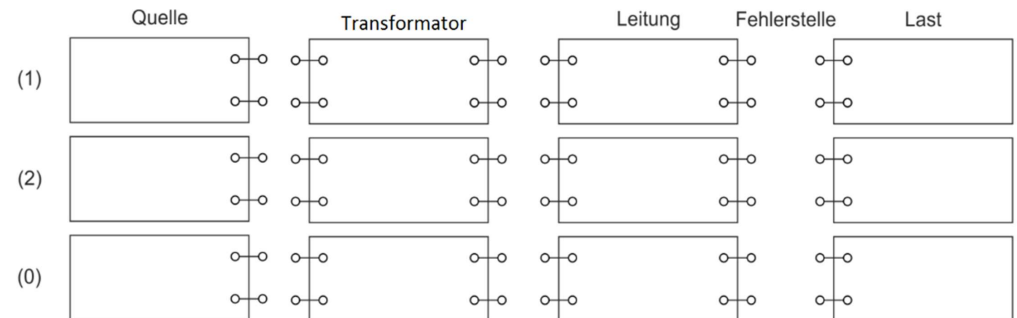
Leitung L Länge = 0,5 km; $R' = 0 \Omega/\text{km}; X_{(1)}' = 0,1 \Omega/\text{km}$;

Verbraucher V 3-mal \underline{Z} (in Stern) mit $\underline{Z} = j4,5 \Omega$

- a. (6) Bestimmen Sie die **Elemente der Ersatzschaltung** im Mit-, Gegen- und Nullsystem bezogen auf die Spannungsebene des Verbrauchers V.

Im System tritt eine einphasige Leitungsunterbrechung auf am Ende der Leitung auf.

- b. (6) Vervollständigen Sie das **Schaltbild für die Komponentendarstellung**, zeichnen Sie **alle Komponenten** ein und schreiben Sie die **Fehlerbedingung der Differenzen der Komponentenspannungen** an.



- c. (4) Berechnen Sie die **Komponentenspannungen** $\Delta\underline{U}_{(1)}$, $\Delta\underline{U}_{(2)}$ und $\Delta\underline{U}_{(0)}$ an der Fehlerstelle.
- d. (4) Bestimmen Sie die **Komponentenströme** $\underline{I}_{(0)}$, $\underline{I}_{(1)}$ und $\underline{I}_{(2)}$ an der Fehlerstelle.
- e. (4) Wie groß sind die **Phasenströme** \underline{I}_a , \underline{I}_b und \underline{I}_c an der Fehlerstelle?

3. Wirtschaftlichkeitsvergleich (24 Punkte)

Über ein Solarkraftwerk (solarthermisches Kraftwerk mit Salzschnmelze und Speicher) sind folgende Angaben bekannt:

Leistung	19,9 MW _{el}
Errichtungskosten	240 Mio. €
geschätzte Jahresenergieeinspeisung	110 GWh/a
leistungsabhängige Kosten	6% der Errichtungskosten pro Jahr

Um die Wirtschaftlichkeit dieses Solarkraftwerks beurteilen zu können, soll ein konventionelles GuD-Kraftwerk mit folgenden Daten betrachtet werden:

spezifische Errichtungskosten	650 €/kW _{el}
leistungsabhängige Kosten	95 €/kW _{el} a
Brennstoffkosten	0,30 €/m ³ Erdgas
Heizwert von Erdgas H _u	30 MJ/m ³
Gesamtwirkungsgrad	58 %
betriebsabhängige Kosten	0,001 €/kWh _{el}

Für beide Anlagen sollen eine Nutzungsdauer von 25 Jahren und ein Zinssatz am Kapitalmarkt von 7% gelten.

- (7) Ermitteln Sie die **Stromgestehungskosten** für das **Solarkraftwerk**.
- (4) Wie hoch sind die **Stromgestehungskosten** des **GuD-Kraftwerks**, wenn es die gleiche Volllaststundenzahl pro Jahr aufweist, wie das Solarkraftwerk?
- (6) Wie hoch dürften die **spezifischen Errichtungskosten** des Solarkraftwerks **maximal** sein, damit dieses mit dem konventionellen GuD-Kraftwerk konkurrieren kann?
Hinweis: Auch die leistungsabhängigen Kosten ändern sich, sie belaufen sich weiterhin auf 6% der jeweiligen Errichtungskosten!
- (7) Um zusätzliche 20 Mio. € könnte das Solarkraftwerk mit größeren Speichern ausgestattet werden, wodurch sich die Volllaststundenzahl um 15% erhöht. Wäre dies eine **sinnvolle Investition**? (Es gilt hier ebenso der Hinweis von Punkt c.)

4. Fünf Sicherheitsregeln (4 Punkte)

Bringen Sie die fünf Sicherheitsregeln in die richtige Reihenfolge:

- Erden und kurzschließen
- Spannungsfreiheit allpolig feststellen
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken
- Freischalten (d.h. allpoliges Trennen einer elektrischen Anlage von spannungsführenden Teilen)
- Gegen Wiedereinschalten sichern

Name/Vorname: _____ / _____ Matr.-Nr./Knz.: _____ / _____

5. Theoriefragen (24 Punkte)Richtige Antwort bitte deutlich markieren.Hinweis: Es ist jeweils genau eine Antwort richtig! Nicht beantwortete Fragen geben 0 Punkte, falsch beantwortete Fragen werden als -0,5 Punkte gewertet. Maximale Punktzahl dieses Prüfungsteils ist 24 Punkte, minimale Punktzahl ist 0 Punkte.

-
1. Wie bezeichnet man Vorkommen, die noch nicht wirtschaftlich zu fördern sind oder die noch nicht sicher ausgewiesen sind, aber aufgrund geologischer Indikatoren erwartet werden?
- Reserven
 Ressourcen
 statische Reichweite
-
2. Welchen Effektivwert haben die Leiter-Erde-Spannungen in einem symmetrischen 10kV-Netz?
- Etwa 10kV
 Etwa $10\text{kV}/\sqrt{2}$
 Etwa $10\text{kV}/\sqrt{3}$
 Etwa $10\text{kV}/\sqrt{3}\cdot\sqrt{2}$
-
3. Was ist ein Vorteil von Wechselstromsystemen gegenüber Gleichstromsystemen?
- Transformierbarkeit
 Keine Blindleistung
 Konstante Augenblicksleistung
-
4. Welche Spannungen werden als Nennspannungen im Drehstromsystem angegeben?
- Mitsystemspannungen
 Leiter-Erde-Spannungen
 Verkettete Spannungen
-
5. Die Generatoren eines Wasserkraftwerkes in Österreich sollen eine synchrone Drehzahl von 250 U/min aufweisen. Welche Polpaarzahl haben die Generatorläufer?
- 12 Polpaare
 18 Polpaare
 24 Polpaare

-
6. Wie verhält sich eine Leitung, die unterhalb der natürlichen Leistung betrieben wird, gegenüber dem Energiesystem?
- Eher wie eine Induktivität
 Eher wie eine Kapazität
 Eher wie ein Widerstand
-
7. Welches Bauelement kann eingesetzt werden, um eine oberhalb der natürlichen Leistung betriebene Leitung zu kompensieren?
- Eine Drosselspule (Induktivität)
 Eine Kondensatorbatterie (Kapazität)
 Ein Widerstand
-
8. Was muss beim Parallelschalten von Transformatoren berücksichtigt werden?
- Die Transformatoren müssen das gleiche Isolationsmedium verwenden
 Das komplexe Übersetzungsverhältnis muss gleich sein
 Die Anzahl der Windungen auf der Primär- und Sekundärseite muss jeweils identisch sein
-
9. An einem möglichen Standort für eine Wasserkraftanlage kann eine Wassermenge Q von $0,5\text{m}^3/\text{s}$ über eine Höhendifferenz von 4 Metern genutzt werden. Wie groß wäre ungefähr die elektrische Leistung des Generators in der Anlage?
- 4 kW
 16 kW
 20 kW
 20 MW
-
10. In welchem Kernreakortyp wird der Primärkühlkreis direkt durch die angetriebene Dampfturbine geführt?
- Im Siedewasserreaktor
 Im Druckwasserreaktor
 In keinem der beiden Reaktortypen
-
11. Wie hängt die mögliche Leistung einer Windturbine von der Windgeschwindigkeit v ab?
- Linear ($\sim v$)
 Quadratisch ($\sim v^2$)
 Kubisch ($\sim v^3$)
 Gar nicht

12. Welche Wasserturbine kann auch als Pumpe verwendet werden?

- Die Kaplan-turbine
- Die Francis-turbine
- Die Peltonturbine

13. Wie verhält sich die Geschwindigkeit des Wasserstrahls auf eine Peltonturbine, wenn die Leistung durch Erhöhen des Volumenstroms gesteigert wird.

- Die Geschwindigkeit wird kleiner
- Die Geschwindigkeit bleibt gleich
- Die Geschwindigkeit wird höher

14. Bei welcher Art der Regelung einer Windkraftanlage können die einzelnen Rotorflügel nicht verstellt werden?

- Bei der Pitch-Regelung
- Bei der Stall-Regelung
- Bei der Widerstands-Regelung

15. Bei welchem Kurzschlussstromverlauf klingt das Wechselglied nicht ab?

- Beim generatorfernen Kurzschlussstromverlauf
- Beim generatornahen Kurzschlussstromverlauf
- Beim Stoßkurzschlussstrom

16. Wie verhält sich ein untererregter Synchrongenerator bezüglich seiner Blindleistung?

- Wie eine Kapazität
- Wie eine Induktivität
- Wie ein Widerstand

17. Bei welcher Art der Sternpunktbehandlung treten üblicherweise die größten Erd-schlussströme auf?

- Bei isoliertem Sternpunkt
- Bei kompensiertem Sternpunkt
- Bei geerdetem Sternpunkt

18. Welcher Fehlerstrom ist üblicherweise größer?

- Der zweipolige Fehlerstrom
- Der dreipolige Fehlerstrom

19. Wann tritt das maximale Gleichglied im Kurzschlussstromverlauf auf?

- Wenn der stationäre Fehlerstrom im Zeitpunkt des Fehlereintritts gerade seinen Nulldurchgang hätte
- Wenn der stationäre Fehlerstrom im Zeitpunkt des Fehlereintritts gerade seinen maximalen Wert hätte
- Wenn der Strom unmittelbar vor Fehlereintritt gerade seinen minimalen Wert hatte

20. Welche Regelung stabilisiert die Frequenz nach einem Ungleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch?

- Die Primärregelung
- Die Sekundärregelung
- Die Tertiärregelung

21. Innerhalb welcher Zeitspanne soll die Sekundärregelung abgeschlossen sein?

- 15 Sekunden
- 30 Sekunden
- 15 Minuten

22. Welcher Marktteilnehmer ist für die Leistungs-Frequenz-Regelung in einer Regelzone verantwortlich?

- Der Regelzonenführer
- Der Netzbetreiber
- Der Bilanzgruppenkoordinator

23. Vereinfachend dargestellt ist die Prognoseabweichung einer Regelzone

- Regelenergie
- Ausgleichsenergie
- Netzverlustenergie

24. Was ist in etwa der typische Wert für die Volllaststunden einer Windkraftanlage in Österreich?

- 1000 h/a
- 2500 h/a
- 4000 h/a
- 8760 h/a