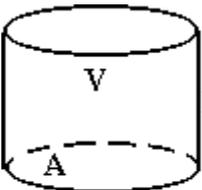
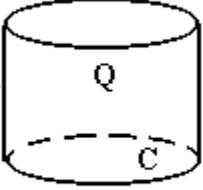
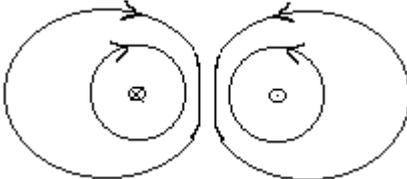
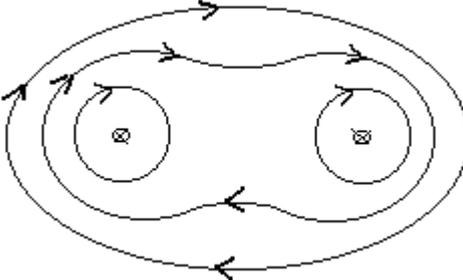


Elektrotechnik und Elektronik
Lösungen und Erläuterungen zu den ASM-Prüfungsblättern

<p>1: C Zuerst Rechnung für parallelgeschaltete Widerstände: Da nur 2 Widerstände, vereinfachte Formel gemäss "Produkt durch Summe", also $(560 \cdot 5'600) / (560 + 5'600)$. Rgesamt = $(560 \cdot 5'600) / (560 + 5'600) + 1200 \text{ Ohm}$</p>	<p>2: C Die Widerstände sind parallel geschaltet. In parallelen Elementen verteilen sich die Ströme umgekehrt proportional zu den Widerständen.</p>
<p>3: E Bei gleichen Elementen hat die reine Serieschaltung den grössten Widerstand. Wenn irgendetwas parallel zu einem Widerstand liegt, dann sinkt der Gesamtwiderstand. (Bei Lösung B beispielsweise sind die zwei Widerstände rechts und unten kurzgeschlossen, also unwirksam)</p>	<p>Bemerkung zu 3: Den KLEINSTEN Gesamtwiderstand hätte Lösung C. Testen Sie es selber! Zeichnen Sie die Schaltung anders, so dass die Anschlüsse oben und unten sind.</p>
<p>4: B Ueber parallelen Elementen (egal was!) herrscht definitionsgemäss gleiche Spannung. Das Parallelschalten von Quellen ungleicher Spannung ist verboten! Es würde sich eine nicht definierte Spannung einstellen und ein Ausgleichsstrom von der einen zur andern Quelle fließen. Dabei besteht Explosionsgefahr, weil die eine Batterie von den andern geladen bzw. überladen und erwärmt würde.</p>	<p>5: A Jede reale Quelle (z.B. Batterien) hat einen Innenwiderstand. Er ist baulich bedingt und "entsteht" durch das nicht ganz freie Fließen des Stromes. Er liegt in Serie zur Spannungsquelle. (Eine ideale Quelle hat den Innenwiderstand null.) Anschlussspannung, Zellenspannung, Klemmenspannung und Batteriespannung sind das Gleiche. Wenn man mit einem Messgerät die Batteriespannung misst, sieht man praktisch die "Urspannung" der Quelle (wie ohne Innenwiderstand). Wenn ein Verbraucher angeschlossen wird und wieder die Batteriespannung gemessen wird, so ist sie tiefer. Begründung: Aufgrund des Verbrauchers fließt ein Strom, auch durch die Batterie und auch durch den Innenwiderstand. Wenn Strom durch einen Widerstand fließt, so gibt es über dem Widerstand einen Spannungsabfall von $U=R \cdot I$. Diese Spannung kann nicht genutzt werden, sie subtrahiert sich von der Urspannung, die Klemmenspannung ist um so viel kleiner als die Urspannung. Durch (paralleles!) Anschliessen eines weiteren Verbrauchers muss die Batterie mehr Strom liefern, der Spannungsabfall über dem Innenwiderstand wird demnach grösser, die Klemmenspannung sinkt weiter.</p>
<p>6: B Energie (E) ist physikalisch das Gleiche wie Arbeit (W, work) (gleiche Einheit Joule, J) ! Energie ist gespeicherte Arbeit, (noch) nicht umgesetzte Arbeit oder eben Arbeitsvermögen. Die elektrische Energie hat also das Vermögen, Arbeit zu verrichten, zum Beispiel einen Motor drehen zu lassen, Energie umzusetzen. Energie ist die allgemeinere Bezeichnung, Arbeit wird eher für mechanische Energie verwendet. Jedenfalls ist LEISTUNG etwas anderes! Leistung ist etwas Momentanes. Wenn man eine gewisse Zeit lang eine Leistung erbringt, so hat man am Schluss eine gewisse Arbeit bzw. Energie umgesetzt. $E = P \cdot t$ (Leistung mal Zeit gibt Energie).</p>	<p>7: D denn $I \cdot R$ gibt U (Ohmsches Gesetz) und nicht P, alle andern Formeln findet man in Formelsammlungen. W steht für Arbeit (=Energie) $P = W/t = E/t$</p>

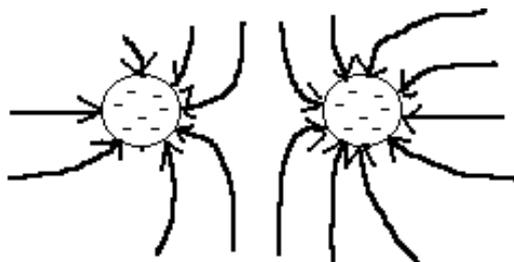
<p>8: B Frequenz ist eine Anzahl Ereignisse pro Zeit (Nicht eine Zeit selber). Ist identisch mit Anzahl Schwingungen pro Sekunde. Frequenz ist der Kehrwert des Zeit. $f = 1/t$</p>	<p>9: B Formel anwenden. $U_{eff} = U_{spitze} / \sqrt{2}$ $U_{eff} = 1V / 1.414 = 0.707 V$</p>
<p>10: C Momentanwert = Länge der Strecke von Pfeilspitze zur Horizontalen, hier gerade die Hälfte des Kreisradius', der Zeigerlänge, im negativen Bereich, also $-50 V$.</p> <p>Auch mathematisch lösbar: $U_{momentan} = U_{max} * \sin(210)$ $U_{momentan} = 100 V * (-0.5) = -50 V$</p>	<p>11: B Vorausgesetzte Annahme: Kondensator am Anfang ungeladen, Schalter wird dann geschlossen.</p> <p>Am Anfang ist der Ladestrom gross und nimmt dann gegen null ab.</p> <p>Bild A trifft zu, wenn man die Ladespannung des Kondensators betrachten würde.</p>
<p>12: B Die Kapazität ist durch die Bauform des Kondensators festgelegt und hat keinen Zusammenhang mit der Frequenz! Hohe Töne werden vom Kondensator besser geleitet als tiefe, Gleichstrom (Frequenz null) wird total gesperrt.</p> <p>Wechselstromwiderstand oder "kapazitiver Blindwiderstand" X_c eines Kondensators gemäss Formelsammlung (oder Kap 15): $X_c = 1 / (2 * \pi * f * C)$ Wenn also f steigt (im Nenner) wird X_c kleiner, also ist B richtig.</p> <p>Als Ergänzung zum Begriff der Kapazität: Kapazität beim Kondensator entspricht der Grundfläche eines zylindrischen Wassergefässes. Vergleich zwischen Wasserspeicher und Ladungsspeicher:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>$V = A * h$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>$Q = C * U$</p> </div> </div> <p>Links: Volumen = Grundfläche mal Höhe Rechts: Kondensatorgesetz: Gespeicherte Ladung ist Kapazität mal Spannung</p>	<p>13: C Man argumentiert am besten mit den Feldlinien. In der Schnittdarstellung sieht es folgendermassen aus: Bei entgegengesetzt durchflossenen Leitern bilden sich die Magnetfelder um die Leiter auch in entgegengesetzter Drehrichtung (Rechte-Hand-Regel):</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Wo sich Feldlinien entgegenlaufen, verdrängen sie sich aus der Zone zwischen den Leitern, daraus resultiert Abstossung.</p> <p>Bei gleichsinnig stromdurchflossenen Leitern drehen die Felder in die gleiche Richtung, die Feldlinien finden sich, es ergibt sich Anziehung gemäss folgendem Bild:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Magnetische Feldlinien sind immer geschlossene Linien (ohne Anfang und Ende)!</p>

Ergänzung: Feldlinien bei **elektrostatischen** Kräften:

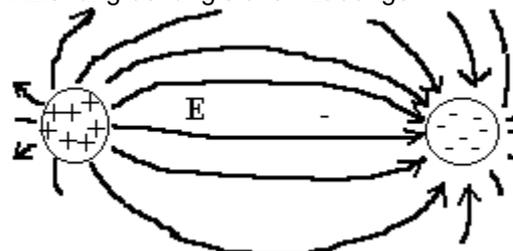
Auch bei der elektrostatischen Abstossung und Anziehung (mögliche Prüfungsaufgabe) kann man am bestem mit den Feldlinienbildern argumentieren.

Elektrische Feldlinien sind **offen** und haben immer **einen Anfang** (bei den positiven Ladungen) **und ein Ende** (bei den negativen Ladungen). Siehe folgendes Bild:

Abstossung bei gleichen Ladungen



Anziehung bei ungleichen Ladungen



Feldlinien der beiden Körper finden sich.

Feldlinien verdrängen sich.
(Anfang der Feldlinien im Unendlichen bzw. bei der positiven Komplementärladung)

<p>14: E Es steht nirgends im Lehrplan, dass elektronische Bauteile nach ihrem Aussehen beurteilt werden müssen. Solche Aufgabentypen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mehr zu erwarten.</p> <p>Erkennbar sind zwei Anschlüsse und eine Polaritätsangabe. Diese spielt bei Elektrolytkondensatoren eine Rolle, bei Spule und Widerstand nicht. Transistor und Optokopler hätten 3 bzw. 4 "Beine".</p>	<p>15: B Es steht nirgends im Lehrplan, dass elektronische Bauteile nach ihrem Aussehen beurteilt werden müssen. Solche Aufgabentypen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mehr zu erwarten.</p> <p>Grausiges Foto. Es könnte ebensogut einen Herzschrittmacher oder einen Zünder für eine Atombombe darstellen.</p>
<p>16: A Es steht nirgends im Lehrplan, dass elektronische Bauteile nach ihrem Aussehen beurteilt werden müssen. Solche Aufgabentypen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mehr zu erwarten.</p> <p>Prinzipiell könnte es auch sogar ein Strichcodeleser sein.</p>	<p>17: A Voltmeter werden parallel zu einem Verbraucher angeschlossen. Es stellt damit eine Belastung für das System dar, analog einem belasteten Spannungsteiler. Damit die Belastung für das Messobjekt möglichst klein ist, muss der Eigenwiderstand des Messgeräts möglichst gross sein! (Ampèremeter werden seriell in den Stromkreis eingebaut und müssen einen möglichst kleinen Widerstand haben.)</p>
<p>18: D Bei digitalen Messgeräten bedeutet der angegebene relative Fehler in % die Prozente des angezeigten Werts, hier also 1% von 12.00=120mV. Hinzu kommen drei Einheiten der hintersten Stelle (digit), hier 3 x 0.01V Zusammen (worst case) 120mV + 30 mV = 150mV. (Bei analogen bezieht sich die Fehlerangabe in % auf den Endwert der Skala!</p>	<p>19: A Da es keine positiven, beweglichen Ladungsträger gibt, kann man Löcher als „virtuelle“ positive Ladungsträger definieren, was für das Halbleiterverständnis hilfreich sein kann. Plätze mit fehlenden Elektronen hinterlassen ein Loch, das wandern kann. Das Loch wandert also der Richtung der Elektronen entgegen.</p>
<p>20: C Für den Strom im Kreis und damit auch im Widerstand gilt: $I = U / 500 \text{ Ohm}$. Mit U ist die Spannung über R gemeint! Über einer Diode fallen immer rund 0.7 V ab. Gemäss Maschenregel ist U über R demnach $1,5V - 0.7V = 0.8V$. Strom durch R ist also $I = 0.8/500 = 1.6mA$</p>	<p>21: D B ist das Symbol für die Gleichstromverstärkung. Sie liegt zwischen 50 und 1'000. B ist das Verhältnis vom grossen Kollektorstrom zum kleinen Basisstrom (Steuerstrom): $B=I_c/I_b$</p>

<p>22: C Basisstrom ist bei offenen Schaltern vorhanden, er kann durch die beiden Widerstände fließen, der Transistor leitet. Die Lampe brennt also, wenn beide Schalter offen sind! Wenn man einen oder beide Schalter schliessen würde (= Kurzschluss des Basisstroms), wird der Strom umgeleitet, d.h. vom Transistor ferngehalten und kann nicht durch die Basis fließen, sondern geht direkt zum Minuspol der Batterie. Der Transistor würde nicht leiten, die Lampe würde nicht mehr brennen!</p>	<p>23: D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es ist eine OpAmp-Schaltung. (IEC-Symbol) • Der OpAmp ist als Verstärker beschaltet, denn er hat eine Rückkopplung (R2) vom Ausgang rechts auf den invertierenden (-) Eingang. (ohne Rückkopplung wäre es ein Komparator, mit einer Rückkopplung auf den nicht-invertierenden (+) Eingang ein Schmitt-Trigger) • Es ist ein invertierender Verstärker, weil das Eingangssignal auf den invertierenden Eingang wirkt.
<p>24: A</p> <p>Siehe Tabellenbuch</p> <p>NOR heisst zuerst eine OR-Verknüpfung, dann eine Negation, welche mit dem Ringlein am Ausgang des Gatters gekennzeichnet ist. (Nicht die Eingänge des ORs invertieren, das ergäbe nach der Demorgan-Regel ein NAND!)</p>	<p>25: A</p> <p>Siehe Tabellenbuch</p> <p>Die sprachliche Interpretation der Wahrheitstabelle führt zur Funktion: "Der Ausgang ist immer dann 0, wenn mind. ein Eingang = 1 ist." oder umgekehrt: "Der Ausgang ist immer dann 1, wenn alle Eingänge = 0 sind."</p>
<p>26: B</p> <p>Falls man eine Binärzahl in eine Hexzahl wandeln will, kann man die Zahl von rechts her in Viererguppen teilen und gruppenweise wandeln, die Wertigkeiten sind von links her 8,4,2,1;8,4,2,1. Die rechte Gruppe ergibt 4hex, die linke Gruppe 6hex, zusammengesetzt also 64hex.</p> <p>(Wenn man die Binärzahl in eine Dezimalzahl wandeln möchte, muss man jede Stelle mit ihrem Stellenwert multiplizieren, also von links her mit 128,64,32,16,8,4,2,1 und die Werte addieren)</p>	<p>27: D</p> <p>Um eine Hexzahl in eine Binärzahl zu wandeln, macht man gemäss einer Tabelle oder im Kopf aus jeder Hex-Ziffer eine Vierergruppe der Binärzahl. B ist 1011, 7 ist 0111</p>
<p>28: D</p> <p>Die Aufgabe von rechts her anschauen! AND-Gatter: Damit Q=1 ist, müssen alle Eingänge = 1 sein. Somit muss am Eingang der NOT-Gatter jeweils eine 0 sein, also muss das Bitmuster 0110 links anliegen, was dezimal der Zahl 6 entspricht.</p>	<p>29: C</p> <p>Die gegebene Grundfunktion ist ein NAND. Dies ist ein AND mit einer nachfolgenden Negation, also Antwort C.</p>
<p>30: D</p> <p>Der Zähler ist an der Abkürzung CTR erkennbar (CTR = Counter).</p> <p>Q sind die Ausgänge. Wenn x die Anzahl Ausgänge ist (hier 4), so hat ein Binärzähler 2^x Zustände, also 16. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem Zählumfang, der von null bis $2^x - 1$ reicht, also von 0 - 15! Mögliche andere Frage: welches ist die höchste Zahl, die der Zähler darstellen kann? ->15</p>	<p>31: B</p> <p>Die Blöcke zeigen JK-Flipflops, welche auch für Zähler einsetzbar sind. Bei Zählern führt der Ausgang eines Flipflops auf den Eingang des nächsten FFs. Die Anzahl beteiligte Flipflops ergibt auch die Anzahl Zählstufen und auch die Anzahl Bits. Hier also ein 2-Bit-Zähler. Synchron erkennt man daran, dass die Taktleitung (CLK, clock) bei allen gemeinsam ist.</p>

<p>32: D Löschbare ROMs sind nur die beiden letzten (erkennbar an einem "E" für erasable, löschar) EPROMs sind UV-löschar EEPROMs sind elektrisch löschar (Electrically erasable PROM)</p>	<p>33: B Mit Adresseingängen sind die Eingänge für die Adressdecoder gemeint! Die Matrix für 1024 Speicherzellen ist mit 32 Zeilen und 32 Spalten bedient. Diese 32 Leitungen kann man mit je 5 Leitungen ansteuern ($2^5 = 32$), also braucht es $2 \times 5 = 10$ Leitungen. $2^5 \times 2^5 = 1024$ Oder schlicht: $2^{10} = 1024$ Möglichkeiten (Speicherzellen)</p>
<p>34: D U_e ist das Eingangssignal, U_a das Ausgangssignal der gesuchten Schaltung. Ein Signal, bei dem die Amplitude schwingt, ist amplitudenmoduliert. Der Modulator moduliert einer Trägerschwingung (oberes Bild) das Nutzsignal auf (unteres Bild) Die Amplitude des Trägersignals (oberes Bild) wird im Takt des Nutzsignals (Umhüllende Kurve) beeinflusst.</p>	<p>35: B Damit keine Reflexionen auftreten, muss jedes Leitungsende mit dem Wellenwiderstand der Leitung abgeschlossen werden. Der Wellenwiderstand tritt bei Hochfrequenz in Erscheinung, er ist eine Kenngrösse jedes Kabels und "setzt sich" dem Fortschreiten der Welle auf einem Kabel "entgegen". TV-Kabel z.B. haben einen Wellenwiderstand von 75 Ohm.</p>
<p>36: D Steuerung: Ursache -> Wirkung, ohne Feedback Regelung: Hat Rückkopplung = Feedback, die Wirkung wird "überprüft" und allfällige Störungen des Systems ausgeglichen.</p>	<p>37: C (nicht A!) Diese Aufgabe ist verwirrend und kommt so nicht mehr! Details siehe unten</p>
<p>38: D Die bleibende Regelabweichung (Regelfehler) ist DAS Erkennungsmerkmal des P-Reglers! Der P-Regler kann bei einer Störung den Sollwert nicht wieder herstellen, aber er kann die Wirkung der Störung begrenzen. Antwort D ist streng genommen nicht korrekt, denn er hat nicht "immer" eine Regelabweichung. Denn bei Wegfall der Störung (aber nur dann) wird auch der Regelfehler wieder 0 werden.</p>	<p>39: C Die Stabilität ist das allerwichtigste Gütekriterium für Regelkreise! Stabil bedeutet, er darf nicht ins (dauernde) Schwingen geraten. Kurzes Einschwingen ist aber erlaubt und tritt häufig auf (siehe Aufg. 40). Nur der Zweipunktregler (Bügeleisenregler) "schwingt" naturgemäss, oder besser, er kippt hin und her.</p>
<p>40: A Nach der Stabilität gibt es weitere Gütekriterien: - Überschwingweite - Ausregelzeit (im Bildchen T_a) - Anregelzeit Ausser A sind jedoch keine Gütekriterien aufgeführt.</p>	

Zu Aufgabe 37:

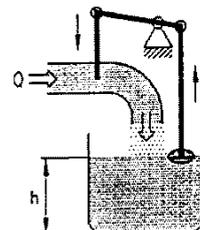
Gemäss Lösungen und CD wäre es eine Strecke 1. Ordnung sein (Antwort A). Dies ist bei korrekter Betrachtung der Frage **falsch**. Es könnte jedoch auch sein, dass die Frager etwas anderes fragen wollten...

Die Antworten B und D kann man von Anfang an ausschliessen.

37

Um welchen Typ von Regelstrecke handelt es sich bei der Abbildung?

- (A) Strecke 1. Ordnung
- (B) Strecke mit Totzeit
- (C) Strecke ohne Ausgleich
- (D) Verzögerungsarme Strecke



Die Frage ist falsch gestellt bzw. Bild und Frage passen nicht zusammen.

Auf dem Bildchen sieht man nämlich nicht nur eine **Regelstrecke**, nach der gefragt wird (den Kübel), sondern auch den **Regler** (den Schwimmer, der den Hahn im Zufluss bedient).

Wenn man, wie in der Frage gestellt, nur die **Regelstrecke** betrachtet, also nur den Kübel, muss man feststellen, dass er **keinen Abfluss** hat! Eine solche Strecke (ein Gefäss ohne Abfluss) ist eines der wenigen vernünftigen Beispiele einer Strecke **ohne Ausgleich**.

Dazu sagt Professor Bratz von der technischen Universität München:

" Strecken **mit Ausgleich** sind Strecken, deren Charakteristik es ist, nach langer Zeit auf einen stationären Endwert 'einzulaufen'.

Beispiel: Ein Metallblock wird mit einer Heizpatrone bei schwacher Heizleistung erwärmt, - es stellt sich eine stationäre Endtemperatur ein.

Strecken **ohne Ausgleich** weisen einen stetigen Signalanstieg auf.

Beispiel: Eine Badewanne, die nur durch einen einstellbaren Wasserzulauf gefüllt werden kann (Der Ablauf sei dabei fest verstopft). Anm.: In diesen speziellen Fall einer Füllstandsstrecke wird die Stetigkeit des Anstiegs allerdings durch den Katastrophenfall des 'Überlaufens' abrupt beendet! "

Quelle:

<http://thor.tech.chemie.tu-muenchen.de/people/bratz/controlgerm/regelt2.html>

Unter <http://www.iei.tu-clausthal.de/~promise/rt1/3tank.html>

sehen Sie eine PT3-Strecke, die von einem P-Regler geregelt wird. Wenn man nur den obersten Kübel betrachten würde, hätte man eine PT1-Strecke, bei dem man dann tatsächlich von einer Strecke 1. Ordnung sprechen könnte (PT1-Strecke). Aber der Kübel in Aufgabe 37 hat eben keinen Abfluss.

Grundsätzlich ist der **Eingang** einer Regelstrecke die **Stellgrösse y**, der **Ausgang** ist die **Regelgrösse x**.

Wenn man abklärt, ob eine Strecke einen Ausgleich hat oder nicht, so verändert man die Stellgrösse y (den **Eingang** der Strecke, hier den Zufluss) **dauernd** z.B. von null auf 1 Liter pro Minute (Sprungfunktion) und schaut, was mit der Regelgrösse, dem **Ausgang x** der Regelstrecke, hier dem Wasserstand, passiert (Sprungantwort). Was wird wohl passieren?

Der Pegel wird **konstant linear** zunehmen. So ist eine Regelstrecke ohne Ausgleich definiert (I-Strecke). Der Kübel auf dem ASM-Blatt kann also niemals einen Beharrungszustand (Endwert, z.B. Ausgleich zwischen Zufluss und Abfluss) erreichen, wenn man die Stellgrösse sprunghaft verändert und auf diesem Wert lässt. Ausser man würde das Überlaufen als regulären Abfluss bezeichnen, aber das wäre an allen Haaren herbeigezogen und gegen jede regeltechnische Vernunft. Denn dieses Zeitgesetz wäre auch nicht 1. Ordnung, sondern nach dem linearen Anstieg des Pegels würde ein abruptes Ende des Anstiegs erfolgen, es wäre ein **unstetiges** Zeitgesetz.

Wenn man die Frage stellen würde, ob der Regelkreis einen Ausgleich habe, müsste man zuerst definieren, was der Eingang und was der Ausgang des Kreises denn wäre! Im gezeichneten Aufbau erreicht natürlich x (der Pegel) z.B. nach einer Störung (z) einen neuen Endwert, in dem Sinn einen Ausgleich. Aber die Strecke als solche (ohne Regler) ist eine Strecke **ohne Ausgleich**!

Die Antwort A ist demnach falsch, richtig ist C

* Die Prüfungsexperten sind über die Unstimmigkeiten in Aufgabe 37 orientiert.

Es ist anzunehmen, dass diese Aufgabe nicht mehr oder wenigstens nicht in dieser Form an Prüfungen kommt.

5/2004 tsb