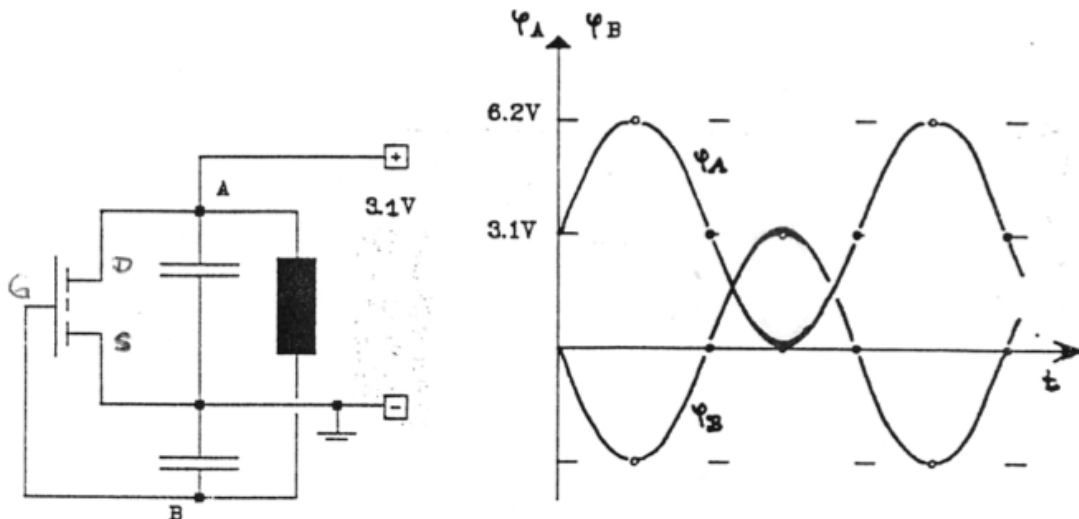


Colpitt-Schaltung

Wenn man die Erläuterungen in 705a liest, wird man zunächst überrascht sein, denn dort steht, der MOSFET schaltet immer im richtigen Moment den oberen linken Kondensator in der Schaltung kurz ... im Text 705a steht: „Hier muss der MOSFET dafür sorgen, dass der obere Kondensator im richtigen Moment kurzgeschlossen und damit das langsame Aufladen auf die volle Betriebsspannung verhindert wird.“



Wenn man die Betriebsspannung anschaltet ergibt sich das Bild oben. Wie der MOSFET den oberen Kondensator kurzschließt ist unstrittig denke ich ... siehe 705a?

Es geht aber um die an mich gestellte gute (A) Frage: **Wie kann man durch einen Kurzschluss dem Schwingkreis Energie zuführen.**

Wenn man unterstellt, dass der MOSFET nicht da wäre und die Betriebsspannung an dem Schwingkreis anliegt, dann würde durch Dämpfungsverluste die Schwingung zum Erliegen kommen. Dann ergibt sich das folgende Diagramm: Die Potenziellinie vom Punkt A (oben als Sinusform oberhalb der t-Achse gezeichnet) würde in der Amplitude abnehmen ... und schließlich zu einer Geraden auf der Höhe von 3,1V werden.

Durch den MOSFET wird der obere Kondensator kurzgeschlossen – das heißt aber, dass das Potenzial im Punkt A von 3,1V auf 0 V heruntergezogen wird ... der obere Kondensator ist dann entladen. Nun hört der Kurzschluss durch den MOSFET auf – der obere Kondensator ist entladen, das heißt beide Enden liegen auf dem Potenzialnullpunkt. Wäre der 100 Ω -Widerstand nicht vorhanden, wäre die elektrische Energiequelle kurzgeschlossen. So haben wir aber den Zustand: Potenzial im Punkt A liegt zunächst 0V / Spannungsabfall am 100 Ω -Widerstand beträgt 3,1V ... der Kondensator beginnt sich aufzuladen ... UND DAS ist DER Augenblick, in dem die Energie in den Schwingkreis geliefert wird.

Rückwärts überlegt: Würde der MOSFET den oberen Kondensator nicht entladen, dann würden durch Dämpfung beide Enden des Kondensators auf das gleiche Potenzial hochgeschaukelt – also auf 3,1V ... Energieverlust durch Dämpfung führt damit zu einer „Entladung“ des oberen Kondensators ... also zu einem Energieverlust im Schwingkreis ...

So eigenartig das aussieht, der Kurzschluss führt zu einer Aufladung des oberen Kondensators - allerdings nicht im Moment des Kurzschlusses ... sondern direkt danach.

Nun kommt die zweite Hürde – nämlich die gute (B) Frage: **Warum und wie addieren sich welche Spannungen in der obigen Schaltung ... oder wie entstehen die 6,1V in dem Diagramm?**

Vielleicht hilft folgende didaktische Reduktion in folgenden Schritten:

1. Wir gehen davon aus, dass der Schwingkreis ohne äußere elektrische Energiequelle für sich schwingt und keine Dämpfung vorhanden ist.
2. Dann haben wir am Punkt A ein „Potenzialschwingung um die t-Achse“ ... symmetrisch nach oben und unten.
3. Am Punkt B haben wir ebenfalls eine Potenzialschwingung – ebenfalls symmetrisch um die t-Achse ... allerdings um $T/2$ Phasenverschoben – oder gespiegelt an der t-Achse.
4. Wenn die Potenzialschwingung am unteren Punkt B des unteren Kondensators gerade einen „Hochpunkt“ hat (also unten maximal positiv relativ zum Potenzialnullniveau), dann hat die Potenzialschwingung am Punkt A einen Tiefpunkt – liegt also um $-3,1V$ unter der t-Achse.
5. Nun betrachten wir den Augenblick, da die ganze Energie im Magnetfeld der Induktivität steckt, die Kondensatoren also entladen sind.
6. In diesem Augenblick schließen wir für einen kurzen Augenblick die elektrische Energiequelle an ... idealisiert ohne Ohmschen Widerstand ... also mit einer extrem kurzen Ladezeit des oberen Kondensators ... d.h. der obere Kondensator wird am oberen Ende auf $3,1V$ aufgeladen.
7. Wenn nun die magnetische Energie aus der Induktivität nun als elektrische Energie in die Kondensatoren „übergeht“, dann wird dies zu einer zusätzlichen Aufladung des oberen Kondensators führen ... und damit zu einer Anhebung der „Potenzialschwingung“ über die t-Achse ... wie das im obigen Diagramm zu sehen ist.

NR.: 20

Colpitts-Schaltung

Kapazitive Dreipunktschaltung

ACHTEN SIE BITTE AUF DIE POST-BESTIMMUNGEN!

Stückliste:

1. MOSFET
2. Netzgerät regelbar (0-10V)
3. Widerstand 100 Ω
4. 2 x Kondensator 33nF
5. Luft-Spule [20 bis 30 Windungen Kupferdraht auf einen Bleistift aufwickeln.]

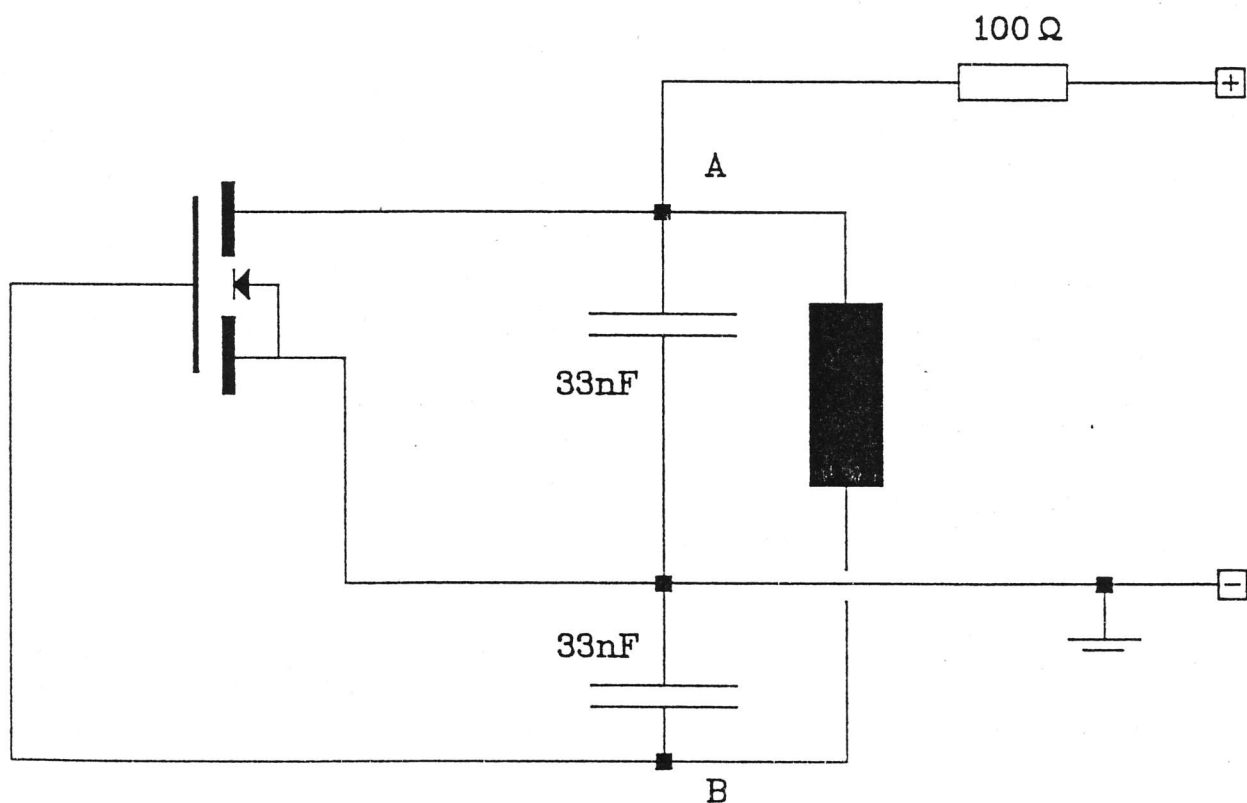
Aufgabenstellung:

[a] Bauen Sie die Schaltung entsprechend dem folgenden Schaltbild auf! Drehen Sie die Betriebsspannung von 0V an hoch. Der Oszillator springt bei etwa 4V an (I_{gesamt} um 10mA) und schwingt im MHz-Bereich. Wird die Betriebsspannung zu weit aufgedreht, verliert die Schwingung ihre Sinusform.

[c] Testen Sie die Schaltung auf ihre Funktionsfähigkeit! Welche Funktion hat der 100 Ω Widerstand. Überbrücken Sie diesen Widerstand für einen ganz kurzen Moment. Was stellen Sie fest?

[b] Erklären Sie die Funktionsweise dieses Oszillators! Welcher Unterschied besteht zwischen dem Colpitts-Oszillator und einem Meißner-Oszillator?

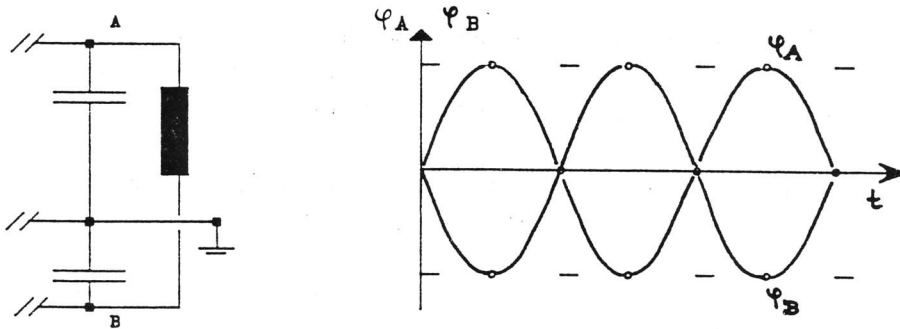
[d] Messen Sie die Schwingungsfrequenz und vergleichen Sie mit der Theorie!



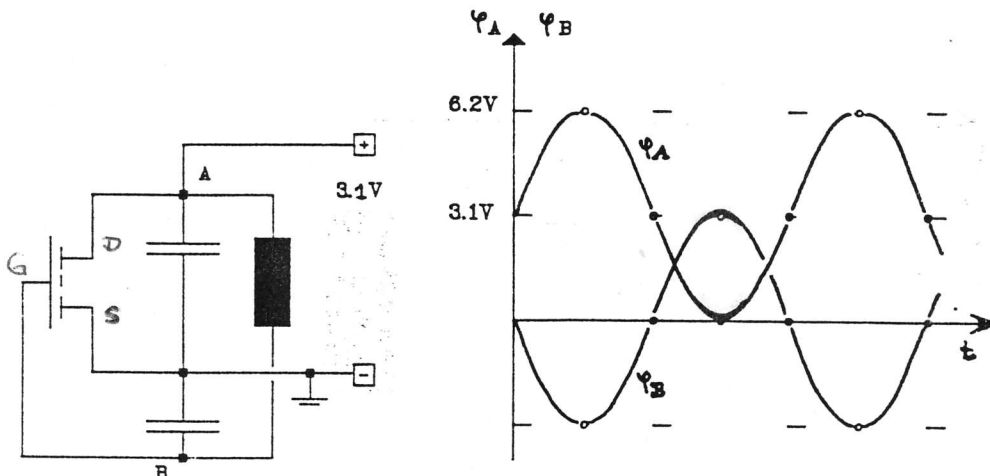
Lösung NR.: 20 Colpitts-Schaltung

Bei der Meißner-Schaltung würde sich der Kondensator durch Dämpfungsverluste im Laufe der Zeit immer mehr entladen und die Schwingung käme zum Stillstand. Der MOSFET schaltet im richtigen Moment die Betriebsspannungsquelle an den Kondensator und deckt damit seine Verluste.

Bei der Colpitts-Schaltung würde sich der obere Kondensator, durch Dämpfungsverluste bedingt, langsam auf die volle Betriebsspannung aufladen und die Schwingung käme dadurch zum Stillstand. Hier muß der MOSFET dafür sorgen, daß der obere Kondensator im richtigen Moment kurzgeschlossen und damit das langsame Aufladen auf die volle Betriebsspannung verhindert wird. Der 100 Ω -Widerstand verhindert einen Kurzschluß der Spannungsquelle während der Durchschaltphase des MOSFET. Das folgende Bild zeigt die Oszillogramme am Drain und am Gate ohne angeschlossene Betriebsspannung; der Potentialnullpunkt liegt am Source-Anschluß.



Das folgende Bild ergibt sich nach dem Anschluß der Versorgungsspannung:



Man kann erkennen, daß die Gate-Source-Spannung immer dann über 3.0V steigt, wenn der obere Kondensator kurz vor seiner vollständigen Entladung steht. Genau in diesem Augenblick übersteigt die untere Kondensatorspannung 3.0V und damit erreicht die Gate-Source-Spannung den Schwellwert des MOSFET, er schaltet durch und schließt den oberen Kondensator kurz. Damit bleibt die volle Schwingungsamplitude erhalten.

Warum? \rightarrow s. links