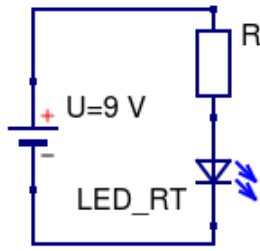


1. Versuche mit LEDs



Folgende Maximalwerte sind für die LEDs zugelassen:

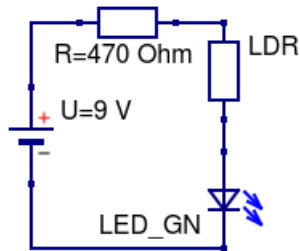
	U_{Max}	I_{Max}
RT:	2,3 V	0,015 A
GE:	2,1 V	0,02 A
GN:	2,1 V	0,03 A

LEDs sind bunte und lustige Lämpchen, die wir zur Anzeige und zur Beleuchtung verwenden. Leider sind sie nicht sehr robust: Legt man eine kleine Spannung von 9V an, gehen sie sofort kaputt, weil zu große Ströme durch sie fließen. Aus diesem Grund begrenzen wir den Strom durch den im Schaltbild mit R bezeichneten Widerstand.

Untersuchungsauftrag:

1. Berechnen Sie mithilfe den Daten oben die Größe des Widerstands so, dass die LED ihren Einsatz überlebt.
2. Bauen Sie die Schaltung auf und prüfen Sie, ob die Werte U_{Max} und I_{Max} eingehalten werden.
3. Eine wesentliche Eigenschaft von Dioden erfährt man, wenn man die Anschlüsse der LED auch mal vertauscht.
4. Schaffen Sie es, eine Schaltung zu bauen, bei der 3 statt 1 LED leuchten?

2. Der Photowiderstand



Was ist ein LDR (=FotoR) und was macht er?

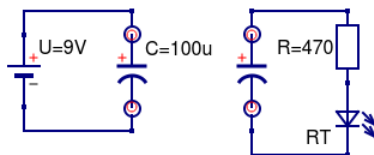
Bauen Sie die Schaltung nach und experimentiere mit viel und wenig Licht :)

Schnappen Sie sich ein Messgerät:

Gelingt es Ihnen, herauszufinden, zwischen welchen Werten der Widerstand des LDR schwankt?

3. Kondensatoren entdecken!

Kondensatoren sind Ladungsspeicher :)



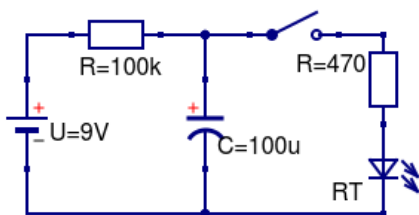
Erkunden Sie die Eigenschaften dieser Speicher:

Mit der linken Schaltung können Sie den Kondensator laden. Ziehen Sie den Kondensator raus und stecken Sie ihn in die rechte Schaltung ein. Was beobachten Sie? Wie lässt sich das erklären?

Probieren Sie Kondensatoren unterschiedlicher Kapazität aus! :)

ACHTUNG: Bei Elektrolytkondensatoren müssen Sie auf die Polung achten!

4. Auf Knopfdruck Licht!

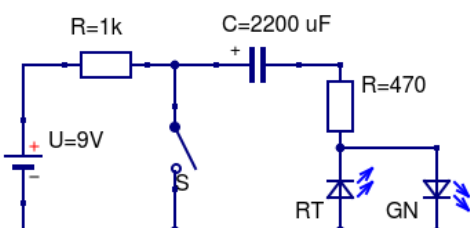


Was macht diese Schaltung?

Bauen Sie die Schaltung nach und experimentieren Sie auf Knopfdruck! Probieren Sie auch Kondensatoren mit großer und kleiner Kapazität aus.

Was haben Sie herausgefunden? Wie funktioniert die Schaltung?

5. Rot oder Grün?

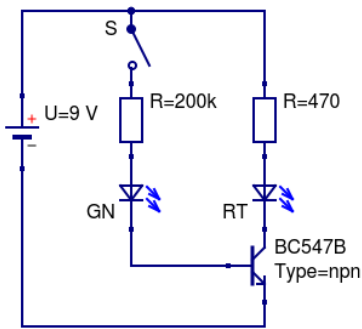


Was erwarten Sie, was passiert, wenn Sie den Schalter öffnen und schließen?

Bauen Sie das Experiment nach. Verwenden Sie als Schalter ein Stück Draht, den Sie herausziehen können. Bitte achten Sie auf die richtige Polung des Kondensators.

Wie erklären Sie sich Ihre Beobachtung? Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Kondensatoren und Widerstände.

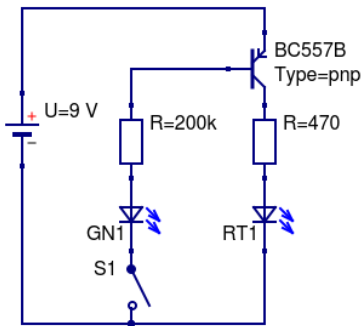
6. Transistoren - mit Strom Ströme schalten!



In der Schaltung fließt ein sehr(!) kleiner Basisstrom. Mit ihm steuern Sie den vielhundertfach größeren Kollektorstrom. Sie erkennen dies an der Helligkeit der LEDs.

Arbeitsauftrag:

Bestimmen Sie für den BC547B den Faktor, um den der Kollektorstrom größer ist als der Basisstrom. Bestimmen Sie diesen Faktor auch für den BC547C. Was fällt Ihnen auf?



Umgedreht!

Obere Schaltung: NPN-Transistor

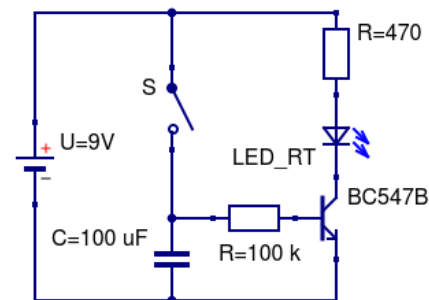
Beim NPN-Transistor steuert man den Kollektorstrom, indem man an der Basis eine relativ zum Emitter positive Spannung anlegt.

Untere Schaltung: PNP-Transistor:

Beim PNP-Transistor steuert man den Kollektorstrom, indem man an der Basis eine relativ zum Emitter negative Spannung anlegt.

Bemerkung: Das entsprechende Transistorsymbol unterscheidet sich nur durch die Pfeilrichtung.

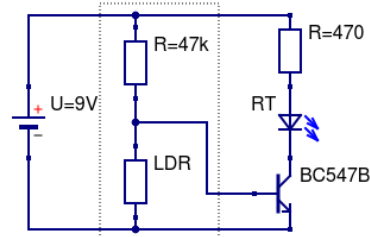
7. Das Minutenlicht



Bauen Sie die Schaltung nach: Wovon hängt es ab, wie lange die LED leuchtet?

Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Kondensatoren und Widerständen.

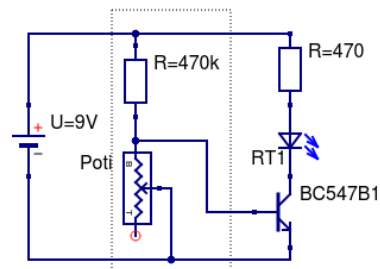
8. Der Spannungsteiler - Licht ins Dunkel bringen!



Wenn Sie nach einem Funktionstest die rote LED durch die LED WS austauschen, haben Sie eine helle Taschenlampe, die im Dunkeln automatisch angeht.

Mit dem Widerstand 47k können Sie die Empfindlichkeit des Lichtsensors einstellen: Probieren Sie unterschiedliche Widerstände aus.

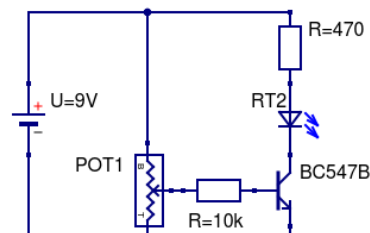
Transistoren haben die Eigenschaft, erst dann einen ausreichenden Kollektorstrom durchzulassen, wenn die Spannung zwischen Basis und Emitter 0,6V überschreitet. Der LDR verringert seinen Widerstand bei größerer Lichtintensität. Versuchen Sie zu verstehen, weshalb das einen Einfluss darauf hat, ob die Lampe leuchtet oder nicht.



Die seitliche Abbildung hat anstelle des LDR ein Potentiometer.

Mit dem Potentiometer können Sie nun künstlich den unteren Widerstand über eine Stellschraube einstellen und dadurch unterschiedliche Helligkeiten "simulieren".

Versuchen Sie mithilfe eines Spannungsmessgerätes herauszufinden, bei welcher unteren Grenzspannung der Transistor gerade noch einen Strom hindurch lässt.

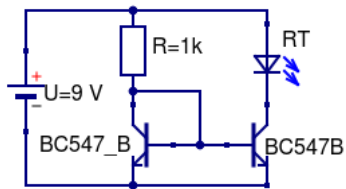


Nanu - wo ist denn der obere Widerstand hin?

Offenbar teilt der im Schaltsymbol als Pfeil eingezeichnete Abgriff den Gesamtwiderstand des Potentiometers in einen oberen und einen unteren Widerstand. Jenachdem, wie die Stellschraube gedreht wird, kann das Verhältnis dieser Widerstände beliebig eingestellt werden.

Praktisch! Hierdurch erspart man sich in vielen Fällen komplizierte Widerstand-Schaltungen. Der zusätzliche 10k-Widerstand verhindert einen Kurzschluss über die Basis des Transistors bei ungünstiger Einstellung des Potentiometers.

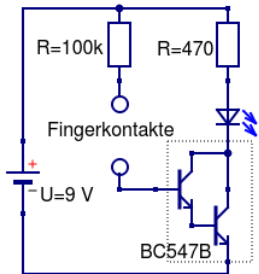
9. Der Stromspiegel



Nanu, braucht die LED denn keinen Vorwiderstand, damit sie nicht durchbrennt? Potzblitz!
 Experimentieren Sie:
 - Ziehen Sie bei laufendem Betrieb den Widerstand R raus.
 - Erhöhen Sie den Widerstand auf 20k.

- Vollziehen Sie die Schaltung nach und erklären Sie Ihre Beobachtungen.
- Was kann der praktische Nutzen dieser Schaltung sein?

10. Der Berührungssensor

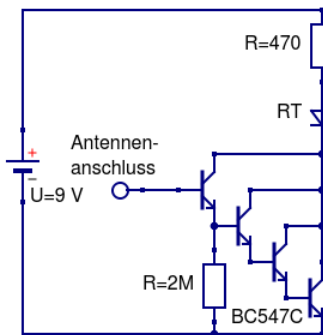


Jetzt lassen wir STROM durch unseren Körper fließen! Die Ströme sind bei 9V natürlich sehr klein...
 Wie lassen sich die winzigen, bei 9V über uns fließenden Ströme so stark verstärken, dass man LEDs damit schalten kann? - Diese Schaltung gibt eine Antwort darauf:

In dem gestrichelten Kasten wird der vom ersten Transistor bereits verstärkte Strom auf die Basis des zweiten Transistors gelenkt und noch einmal verstärkt. Die Verstärkungsfaktoren der Transistoren multiplizieren sich dabei.

Eine solche Schaltung nennt man Darlington-Schaltung. Wenn Sie ein- oder zwei weitere Transistoren davor schalten erhalten Sie eine derart große Stromverstärkung, dass bereits eine Annäherung eines Fingers an den Kontakt reicht, um die LED auszulösen. Auf diesem Prinzip basieren die Touchscreens moderner Smartphones.

11. Bauen eines Kabelfinders



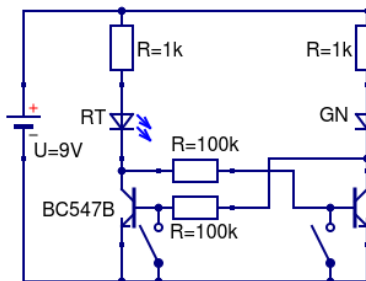
Bei einem Kabelfinder nutzt man aus, dass unser Stromnetz mit Wechselstrom gespeißt wird. Das heißt, die Stromkabel in unserem Haus wechseln 100 mal in der Sekunde die Polarität.

Legt man einen ca. 15 cm langen Draht in die Nähe einer Stromleitung, so verschieben sich dort im gleichen Takt winzige Ladungsmengen aufgrund von Induktion. Diese winzigen Ströme werden durch die anschließende Darlington-Schaltung erheblich verstärkt und bringen die LED zum Leuchten.

Der 4,7M-Widerstand dient der Stabilisierung der Schaltung. Zu große Ladungen werden hier zusätzlich abgeleitet.

Der Kabelfinder detektiert Kabel bis zu einem Abstand von etwa 1,5 cm. Für zu dicke Putz-Schichten reicht er nicht aus. Sie können versuchen, ihn noch empfindlicher zu machen.

12. Der 1-Bit-Speicher

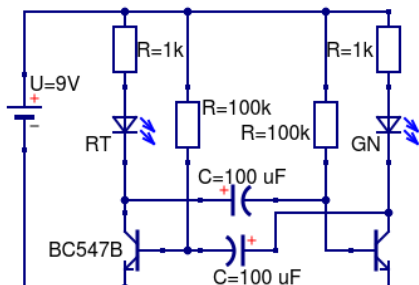


Computer funktionieren auf der Basis von 0 und 1: Alle Daten und Informationen werden in einer Reihe an Nullen und Einsen kodiert. Der Computer "merkt" sich solche Datenpakete durch winzige elektronische Schaltungen. Wie wird das realisiert?

Seitlich abgebildet ist die Schaltung eines 1-Bit-Speichers: RT=0, GN=1
 Über die beiden Schalter können Sie den Speicher auf 0 oder 1 setzen. Egal, wie Sie sich entscheiden, die Schaltung "merkt" sich den von Ihnen gewählten Wert.

Vollziehen Sie die Schaltung nach.

13. Blinkerschaltung



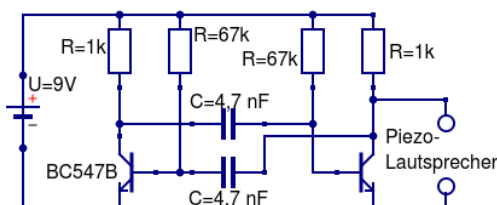
Die seitliche Schaltung befindet sich so oder ähnlich aufgebaut in jedem Auto: Abwechselnd blinken die rote und die grüne LED. Man bezeichnet die Schaltung als astabilen Multivibrator.

Versuchen Sie herauszufinden, wie die Schaltung funktioniert. Experimentieren Sie frei:
 - Was passiert, wenn man Kondensatoren mit kleinerer Kapazität nimmt?
 - Was passiert, wenn man die Widerstände verändert?

Warum blinkt die Schaltung?

ACHTUNG: Bitte beachten Sie die Polarität der Elektrolyt-Kondensatoren.

14. Hundescheuche und Marderschreck

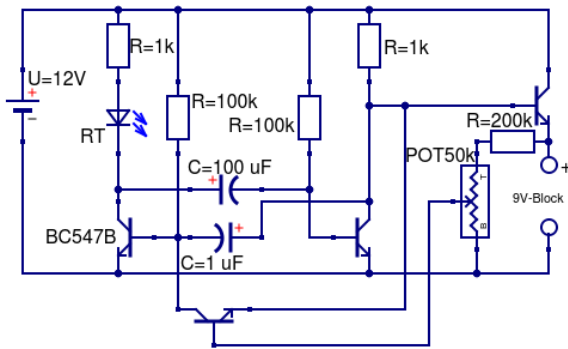


Wir können in unserer Blinker-Schaltung die Blinkfrequenz erhöhen, indem wir immer kleinere Kapazitäten verwenden. Die seitliche Schaltung zeigt, wie wir das Umschalten der Transistoren hörbar machen können - wir erhalten einen Tongenerator.

Durch eine geeignete Wahl von Kondensatoren/Widerstände können Sie Schallwellen beliebiger Frequenz erzeugen.

Tauschen Sie in der seitlichen Schaltung die Kondensatoren durch die 560 pF-Kondensatoren aus und Sie erhalten Ultraschall - eine perfekte Hundescheuche!

15. Der Alkaline-Lader



Die meisten Menschen in Deutschland verwenden für ihre Geräte nicht-wiederaufladbare Alkaline-Batterien. Für die Umwelt ist das ein Desaster: Die Batterien enthalten giftige Schwermetalle und werden direkt nach dem ersten Entladen fortgeschossen. Umweltbewusste Menschen verwenden Akkus, die bis zu 1000 mal wieder aufgeladen werden können. Doch für Geräte mit sehr geringem Strombedarf eignen sie sich nicht, da sie eine hohe Selbstentladung haben.

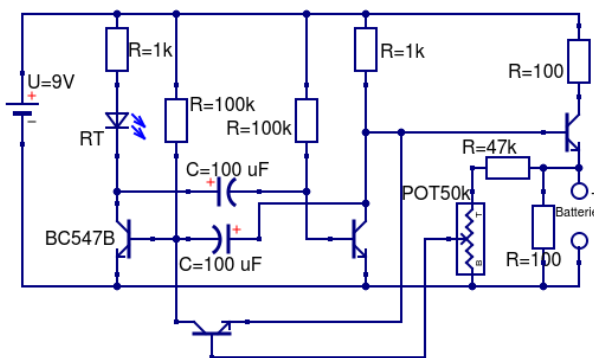
Mit dieser Schaltung lassen sich selbst nicht-wiederaufladbare Alkaline-Batterien 3 bis 5 mal regenerieren und wiederverwenden. Es ließen sich also die giftigen Abfälle auf etwa 1/3 reduzieren.

Die Batterien werden durch Pulsströme regeneriert. Die Pulsung kommt durch den Multivibrator, der über den linken Transistor den Ladestrom an- und ausschaltet. Die Stromstärke wird durch den Batterie-Innenwiderstand bestimmt.

Um den Alkaline-Lader zu kalibrieren, muss ein voller 9V-Block angeschlossen werden: Über das Potentiometer wird die Schaltung so eingestellt, dass die rote LED immer langsamer blinkt und schließlich gerade so überhaupt nicht mehr blinkt.

Schließt man jetzt eine aufgebrauchte 9V-Batterie an, so blinkt die rote LED so lange, bis die ursprünglich entladene Batterie die gleiche Spannung erreicht hat, wie der volle Block. Wenn RT also überhaupt nicht mehr blinkt, ist die Batterie regeneriert.

Der Alkaline-Lader für Mignon-Batterien



Die meisten Menschen in Deutschland verwenden für ihre Geräte nicht-wiederaufladbare Alkaline-Batterien. Für die Umwelt ist das ein Desaster: Die Batterien enthalten giftige Schwermetalle und werden direkt nach dem ersten Entladen fortgeschossen. Umweltbewusste Menschen verwenden Akkus, die bis zu 1000 mal wieder aufgeladen werden können. Doch für Geräte mit sehr geringem Strombedarf eignen sie sich nicht, da sie eine hohe Selbstentladung haben.

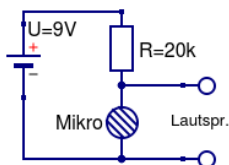
Mit dieser Schaltung lassen sich selbst nicht-wiederaufladbare Alkaline-Batterien 3 bis 5 mal regenerieren und wiederverwenden. Es ließen sich also die giftigen Abfälle auf etwa 1/3 reduzieren.

Die Batterien werden durch Pulsströme regeneriert. Die Pulsung kommt durch den Multivibrator, der über den linken Transistor den Ladestrom an- und ausschaltet. Die Stromstärke wird durch den Batterie-Innenwiderstand bestimmt.

Um den Alkaline-Lader zu kalibrieren, muss eine volle Batterie angeschlossen werden: Über das Potentiometer wird die Schaltung so eingestellt, dass die rote LED immer langsamer blinkt und schließlich gerade so über eine Minute hinweg überhaupt nicht mehr blinkt.

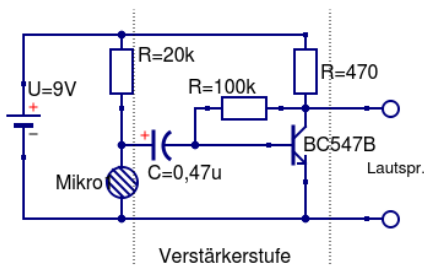
Schließt man jetzt eine aufgebrauchte Batterie an, so blinkt die rote LED so lange, bis die ursprünglich entladene Batterie die gleiche Spannung erreicht hat, wie die vorher eingesetzte volle Batterie. Wenn RT also überhaupt nicht mehr blinkt, ist die Batterie regeneriert.

Mikrophon und Verstärker



Die Schaltung zeigt, wie Du ein Mikrophon ansteuerst. Baue sie nach und experimentiere damit.

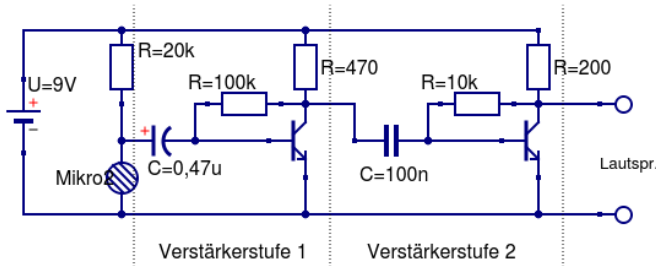
Hinweis: Das Signal vom Mikrophon wird ziemlich schwach sein. Um etwas zu hören, musst Du die Lautsprecherkapsel ins Ohr stecken.



Wie lassen sich die schwachen Signale vom Mikrophon verstärken?

--> Am Besten mithilfe der Stromverstärkenden Wirkung eines Transistors!

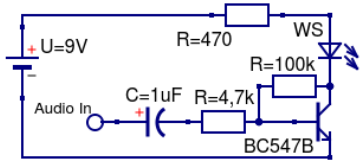
Die Schaltung zeigt, wie es geht. Versuche die Funktionsweise zu verstehen.



Verstärkerstufe lassen sich im Prinzip beliebig oft hintereinander schalten.

Bei den verwendeten Bauteilen wird der Ton irgendwann jedoch nicht mehr lauter, weil dazu eine größere Batteriespannung benötigt werden würde.

19. Audioübertragung durch amplitudenmoduliertes Licht

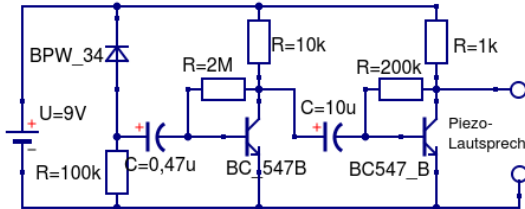


Ton und Musik lassen sich auch durch Licht übertragen. Dazu verwendet man eine helle LED, die ihre Helligkeit entsprechend des Audiosignals variiert. Und das erreicht man durch die linke Schaltung:

Beim Audiosignal handelt es sich um Schwingungen, die den Kondensator permanent umladen. Wegen des elektrischen Feldes überträgt sich die Schwingung - im Gegensatz zum Gleichstrom - von der linken Platte auf die rechte und über den Widerstand 4,7k auf die Basis des Transistors.

Der Transistor verstärkt den Strom: Der vom Kollektor zum Emitter fließende Strom ist um den Faktor 300 stärker als der von der Basis zum Emitter fließende Strom. Dadurch schwankt die Helligkeit der am Kollektor angeschlossenen LED im Takt der Musik.

Transistoren leiten den Strom erst ab einer Basis-Emitter-Spannung von etwa 0,55V. Weil die Audiosignale in der Regel schwächer sind, benötigen wir den Widerstand 100k: Er lässt stets einen geringen Strom fließen und stellt den Transistor dadurch auf einen geeigneten Arbeitspunkt ein. Eine solche Transistorschaltung nennen wir kurz Verstärkerschaltung - sie verstärkt den Strom.



Für den Empfänger des Lichtsignals benötigen wir eine besonders große Verstärkung, um ausreichende Reichweiten zu erzielen. Für große Verstärkungen kann man mehrere Verstärkerstufen hintereinanderschalten. Dieser Empfänger enthält, wie man sofort sieht, zwei Verstärkerstufen.

Das Signal erhält der Verstärker von der Photodiode BPW 34:

Die BPW ist entgegen der Durchlassrichtung eingebaut. Trifft Licht auf ihre Sperrschicht, so heben die Photonen Elektronen in das Leitungsband und es fließt ein Strom, der mit der Intensität des einfallenden Lichts zusammenhängt.

Jenachdem, wie viel Strom die Photodiode hindurch lässt, schwankt das Potential vor dem Widerstand 100k. Diese Schwankungen werden durch die beiden Verstärkerstufen verstärkt. Entsprechend stark schwankt das Potential am Kollektor des rechten Transistors - die Schwingungen werden auf den Piezo-Lautsprecher übertragen und man hört den ausgesendeten Ton.