

Die Gleis-Besetzmeldung GBm

Die Problemstellung

Das Problem der Gleisbesetzmeldungen geistert in der Literatur schon seit etlichen Jahren herum und hat zu den unterschiedlichsten, für mich unbefriedigenden Lösungen geführt. Keine der mir bekannten Schaltungen erfüllte jedoch die Ansprüche, welche ich an eine „ideale“ Besetzmeldung stellte:

- unabhängig von der Höhe der Fahrspannung
- unabhängig von der Polung der Fahrspannung
- unabhängig von der Art der Fahrspannungs-Zuschaltung
- hohe Ansprechempfindlichkeit
- funktionsfähig auch bei abgeschalteter Fahrspannung
- geringer Stromverbrauch und Belastung des Fahrtrafos
- preisgünstig

Die Lösung

Die ganze Schaltung besteht aus wenigen Bauteilen. Das Herzstück ist ein Operationsverstärker (OpAmp). Die Innenschaltung dieses OpAmp's braucht uns nicht weiter zu interessieren. Wir müssen lediglich wissen, wie seine Anschlüsse zu beschalten sind.

Ein OpAmp hat meist eine Verstärkung von 100'000 und mehr. Damit lassen sich also sehr empfindliche Schaltungen aufbauen, somit genau das, was wir für unseren Anwendungsfall brauchen.

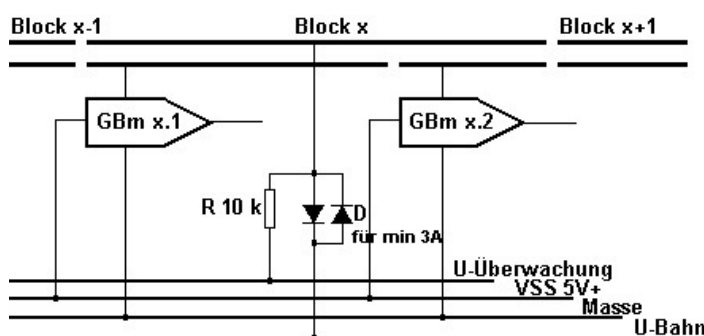
Die Schaltung

Eine wichtige Anmerkung für das Verständnis muss ich voraus schicken:

Die Schaltung ist in ihrer Grundfunktion keine "Besetzt-" sondern eine "Frei-Meldung".

Das bedeutet, dass die Schaltung eine **Meldung abgibt**, wenn das **Gleis nicht belegt** ist.

Um eine Belegt-Meldung zu erhalten, muss das Signal am Ausgang der GBm noch invertiert werden. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten durch den Einsatz von Relais, Transistoren oder TTL-Invertoren.



Wie "merkt" nun die Schaltung, dass ein Fahrzeug auf dem Gleis steht? Jedes Fahrzeug benötigt einen Widerstand. Loks und Wagen mit Beleuchtung haben diesen Widerstand sowieso. Alle anderen Gleichstrom-Fahrzeuge müssen an den Isolierbuchsen mit einem Widerstandslack überbrückt werden. Diese Widerstände werden von der GBm erfüllt.

Verfolgen wir einmal den Weg des Fahrstroms:

Er fließt vom Fahrpult über die Stromleiste U-Bahn zur nicht unterbrochenen Schiene des zu überwachenden Abschnitts Block x.

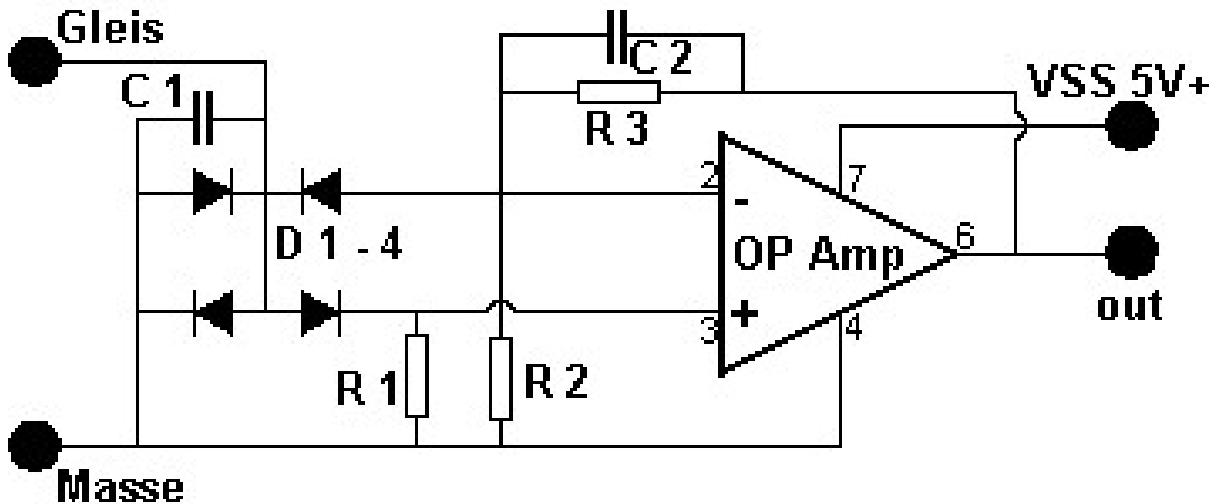
Von dort fließt er über den Motor des Triebfahrzeugs oder die Wagen-Beleuchtung bzw. den

Rückmelde-Widerstand (Lack) an den Achsen zur unterbrochenen Schiene.

Von dort gelangt der Strom über die GBm zurück zur Masse-Leiste und zurück zum Fahrpult. Über den Widerstand wird die Überwachungs-Spannung (U-Überwachung) ans Gleis geführt. Er sorgt dafür, dass Loks nicht mit der ÜWS fahren können. Die beiden Dioden entkoppeln die ÜWS von der Fahrspannung.

Das Innenleben der GBm

Der Fahrstrom gelangt vom Gleis in die Schaltung. An den Dioden 1 - 4 fällt eine Spannung von max. 0.7 Volt ab, unabhängig davon, wie hoch die Fahrspannung eingestellt ist. Die Dioden sorgen auch dafür, dass die Polarität der Fahrspannung keine Rolle spielt.



Komponentenliste:

OpAmp LM 324 (4x LM741)

R1 - R2 = 10 k Ω R3 = 100 k Ω D1, D2 = 1N 4001 D3, D4 = 1N 4148

C1 = 22 nF C2 = 0,22 μ F

Dieser Spannungsabfall ist das Kriterium dafür, ob ein Strom in dem zu überwachenden Abschnitt fließt, d. h. ob er als besetzt gilt. Der Eingang der Schaltung ist also positiver oder negativer als die Masse.

Dieses Potential wird am Plus- oder Minus-Eingang auf den OpAmp gegeben. (Das Plus und Minus hat nichts mit der Versorgungsspannung des OpAmp's zu tun, sondern kennzeichnet seine zwei Eingänge.)

Der OpAmp ist als Absolutwert-Verstärker verschaltet. Das Ausgangssignal an "out" ist positiv. Ändert man nun die Fahrtrichtung, indem man den Fahrtrafo umpolt, so dreht sich der Vorgang vor dem OpAmp um, das Ausgangssignal ist aber wiederum positiv. Die Polung des Fahrstroms hat also keinerlei Auswirkung auf den Ausgang der GBm. Das bedeutet, dass die Schaltung auch für Wechselstrom geeignet ist.

Der Kondensator C2 dient dazu, eine Ausschalt-Verzögerung zu erhalten. Dadurch wirken sich kurze Fahrstrom-Unterbrechungen durch verschmutzte Gleise o. ä. nicht sofort aus. Der Kondensator C1 hat eine ähnliche Funktion. Weiterhin ist es dank dieser Kondensatoren möglich, als Fahrstrom einen Strom zu wählen, der nicht kontinuierlich fließt, also Halbwelle, Impulsdauer-Steuerung oder Phasenanschnitt-Steuerung. Die durch diese Stromarten hervorgerufenen Impulspausen werden sicher überbrückt.

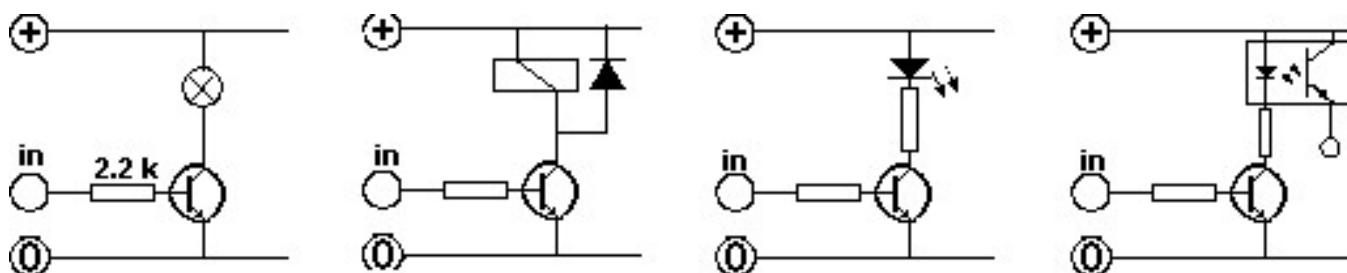
Die Schaltung spricht bereits auf einen Widerstand von 5 M Ω an. Ein Überbrücken der Geleise mit dem Finger reicht für eine Meldung aus! Es ist empfehlenswert, die Achsen der Wagen soweit keine Beleuchtung eingebaut ist mit einem Widerstandswert von etwa 500 k Ω zu überbrücken. Ein geringerer Widerstand schadet zwar nicht, ist aber keinesfalls erforderlich. Der Widerstand von

500 k Ω belastet die Fahrstromquelle praktisch überhaupt nicht, so dass man es sich leisten kann, jeden Wagen, ja sogar jede Achse mit einem Widerstand elektrisch zu „kennzeichnen“. Somit werden nicht nur geschlossene Zuggarnituren, sondern auch einzeln abgestellte Wagen zuverlässig zurückgemeldet.

Der 500 k Ω -Widerstand belastet das Fahrpult bei 12 V Fahrspannung nur mit 0.024 mA. Nehmen wir einmal an, ein Zug hätte eine Länge von 100 Achsen. Die Fahrstromquelle würde also mit 100 Widerständen zusätzlich belastet. Dann müssten ganze 2,4 mA des Fahrstromes für die Gleis-Besetztmeldung aufgebracht werden, also überaus wenig.

Die Beschaltung des Ausgangs

An den Ausgang des Operationsverstärkers können verschiedene Verbraucher für Melde- und Schaltzwecke angeschlossen werden.



Das Signal am Ausgang muss invertiert werden. Da alle Leistungsverbraucher über einen Transistor angekoppelt werden sollten, können wir diese zwei Forderungen gleichzeitig erfüllen. Für Verbraucher mit grossem Leistungsverbrauch sollte man an Stelle des Transistors eine Darlingtonstufe vorsehen. TTL-Anschlüsse können durchaus direkt angeschlossen werden, müssen aber das Signal invertieren. Auch das Dazwischenschalten eines Optokopplers zur Potentialtrennung ist möglich.

Weil die Schaltung, wenn keine Fahr-Spannung am Gleis anliegt, bzw. kein Strom fliesst, auch nichts melden kann, benötigen wir noch eine Überwachungs-Spannung. Dazu eignet sich eigentlich jede Spannung, die Höhe muss allerdings mindestens 3V betragen. Diese ÜWS wird über einen Widerstand von 10 k Ω ans Gleis geleitet. Er verhindert, dass Loks mit dieser Spannung fahren können. Die beiden Dioden koppeln den Fahrstrom von der ÜWS ab. Diese beiden Dioden sollten mindestens 1A ertragen. Besser sind Typen für 3A. Ist der Fahrtrafo nicht oder schlecht abgesichert, dürfen es auch Typen für 6A sein. Auf die Schaltung hat dies keinen Einfluss.

Bei der Realisierung benutzen wir den LM 324. Dieser beinhaltet den LM 741 gleich viermal, so dass die Schaltung gleich viermal aufgebaut werden kann. (Mit dem LM 741 funktioniert die Schaltung nicht!)