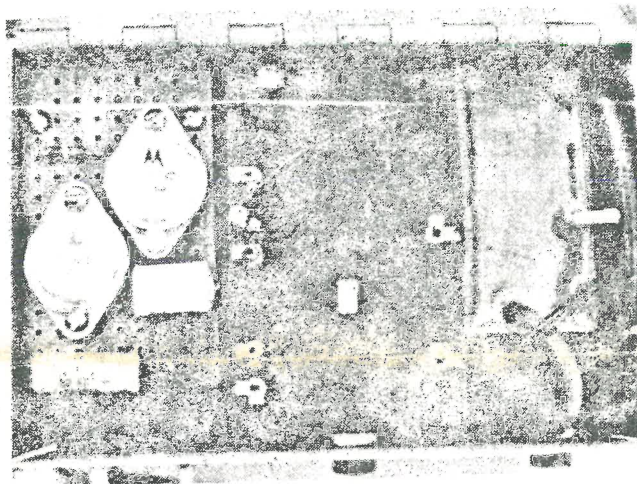
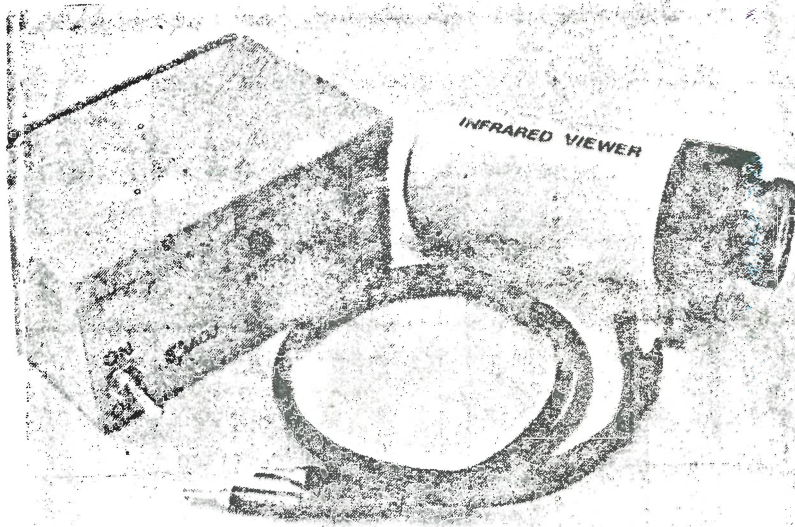


Axel Schäfer ^{Hunfeldchen 13}
^{3501 Schreiwald 4}
^{PS 609/2106}
 Bildwandleröhre 6032 Best.Nr. 97036



Innenansicht der Bildröhren-Stromversorgungs-Einheit. Der Oszillator ist links, T2-Transformator und Spannungsübersetzer befinden sich rechts. Dieses Gehäuse sollte nie im Betriebszustand geöffnet und die Einheit nicht ohne Last betrieben werden.

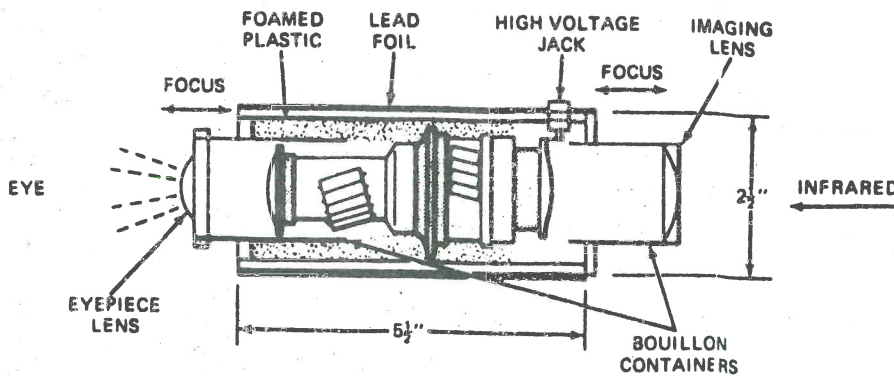


Bild 3 - Zusammenbau-Einzelheiten für den Infrarot-Seher bzw. -Betrachter. Die Außenhülle besteht aus 2 1/2" mit Kunststoff umwickelter Bleifolie. Die bildlinse ist bei manchen Anwendungen nicht erforderlich. Weitere Einzelheiten s. Text

Infrarot-Technik hat zu erheblichen Fortschritten in der Überwachungstechnik, bei Schutz- und Sicherungseinrichtungen, ökologisch Planungen und auf anderen Gebieten geführt. Dieser einfache, experimentelle Seher hat viele Anwendungsmöglichkeiten.

Infrarot-strahlende Laser und Lichtdioden haben für die Lichtstrahl-Kommunikation, Einbruchsicherungen, Meßsysteme und dgl. große Bedeutung. All diese Anwendungen wären jedoch leichter zu realisieren, wenn man den unsichtbaren Strahl der Infrarot-Quelle beim Ausrichten sehen könnte. Phosphor-Sichtschirme sind zwar bereits für 75,-- DM zu haben, besitzen aber nur geringe Auflösung und geringe Lebensdauer bis zum "Wiederaufladen" an einer Ultraviolett-Quelle. Die nächst billigste Lösung ist eine Infrarot-Bildwandlerröhre, aber solche, noch aus Militärbeständen stammenden Röhren kosten 750,-- DM oder mehr.

Die ideale Lösung stellt deshalb der Zusammenbau des hier beschriebenen Infrarot-Bildwandlers dar. Diese Vorrichtung baut sich um eine Hochspannungs-Quelle mit variablem Ausgang herum auf, über die jede neue oder aus Altbeständen stammende Röhre betrieben werden kann. Und so erhält man ein vollständiges Bildwandler-System, das sich für nur einen zehntel Teil der für marktübliche Einheiten üblichen Kosten zusammenstellen läßt.

Wie arbeitet es?

Bildwandlerröhren enthalten eine lichtempfindliche Fotokathode, die bei Bestrahlung mit Licht Elektronen ausstrahlt. Für ultraviolette, sichtbares oder infrarotes Licht stehen verschiedene Kathodenbeschichtungen zur Verfügung. Eine einen phosphorbeschichteten Sichtschirm umgebende Anode ist an einen positiven Hochspannungspol angeschlossen und zieht die von der Fotokathode ausgestrahlten Elektronen an. Beim Auftreffen dieser Elektronen auf dem Phosphorschirm regen sie individuelle Phosphor-Atome auf ein höheres als das normale Energieniveau an. Wenn die Atome wieder ihren Gleichgewichtszustand erreichen, geben sie ein gelb-grünlisches Licht ab. Einige Bildröhren erfordern elektrostatisches Fokussieren und besitzen dafür ein zentrales Gitter. Das 6032-Gerät ist ein Beispiel einer solchen elektrostatisch fokussierten Röhre. Neuere Typen,

wie die 6929, haben vorfokussierte Innengitter und lassen sich leichter bedienen. Selbstfokussierte Röhren, wie das Gerät 6929, arbeiten von etwa 12 kV an, während das Gerät 6032 kräftige 20 kV benötigt.

Zu hohe Spannung kann die Bildröhre beschädigen oder gar zerstören, so daß eine Stromversorgungseinheit für den Betrieb verschiedener Röhren über eine Spannungssteuerung verfügen muß. Die sehr hohe Spannung für die Röhre kann auf verschiedener Weise erzeugt werden. Da die Bildröhre bei Außenanlagen auch von Batterien aus versorgt werden muß, wie z.B. beim Ausrichten eines Infrarot-Kommunikators oder einer Infrarot-Einbruchsicherung, sollte das System auch für Niederspannungsbetrieb geeignet sein. Innenbetrieb der Röhre wird dagegen am besten mit Hilfe von 117 V Wechselspannung bewerkstelligt. Aus diesem Grunde wählte man hier einen Kompromiß-Stromkreis, der bei niedrigst möglichen Kosten beide Betriebsweisen ermöglicht.

Der Stromkreislauf der Versorgungseinrichtung ist in Bild 1 dargestellt. Im Betrieb wandeln der Transformator T1 und die Gleichrichterbrücke die 220 V Wechselspannung aus dem normalen Stromnetz in 11 V pulsierende Gleichspannung um. Ein Filterkondensator C1 glättet die Spannung und leitet sie an den aus Q1 und Q2 bestehenden, regenerativen Verstärker weiter.

Die regenerative Wirkung von Q1 und Q2 bewirkt eine Oszillation mit Gleichspannungspulsen von etwa der Spannung, die die Spannungsversorgungseinrichtung dem Eingang (Primärwicklung) des Hochspannungs-Rückführtrafos T2 zuführt. R1 variiert die Ausgangsspannung des Oszillators und dient als variable Hochspannungssteuerung. Die Gleichspannungspulse vom Oszillator werden durch Induktorwirkung der T2-Primärspule in Wechselspannung umgewandelt. Die Induktanz von T2 bewirkt, daß die von Q2 geschalteten Gleichspannungspulse einen Unterschub von etwa den Pulsen selbst entsprechender Amplitude haben.

T2 besitzt ein sehr hohes Wirkungsverhältnis, so daß eine niedrige Spannung aus seiner Primärspule auf eine hohe Spannung in der Sekundärspule transformiert wird. Der Hochspannungsausgang von T2, der je nach Einstellung von R1 bis zu 14 kV beträgt, wird geglättet und durch den Spannungsübersetzer VT1 um den Faktor 3 erhöht. Der

Ausgang des Übersetzers wird mit der Bildröhre verbunden.

Zusammenbau

Der Aufbau der Hochspannungs-Quelle ist einfach, jedoch sind dabei einige Punkte zu beachten, um der mit der Hochspannung verbundenen Gefahr Rechnung zu tragen. Während der eigentliche Zusammenbau recht schnell geht, muß große Sorgfalt beim Verlegen und Isolieren aller Hochspannungsleitungen und -verbindungen aufgewendet werden.

Man beginnt mit dem Gerätgehäuse. Der Prototyp war in einem LMB Blue Hinged Gehäuse (B-H 643) von 3" x 4" x 6" (75 x 100 x 150 mm) installiert, und ein Bohrplan für diesen Kasten ist in Bild 2 dargestellt. Für jeden Teilaustausch muß die Lage der Montagelöcher überprüft werden, bevor man mit dem Bohren des Gehäuses beginnt.

Nach Bohren des Gehäuses werden R1, S1, T1 und das Kabel installiert. Um das Kabel an der Eintrittsstelle in den Kasten zu schützen, sollte eine Gummiöse verwendet werden. In das Kabel ist ferner ein Knoten in mehreren Zoll Abstand von dem freien Ende zu machen, um es fest an seinem Platz zu sichern. Die Verbindung zwischen dem Kabel und der Primärwicklung von T1 ist mit Isolierband abzusichern.

Dann werden die beiden Hochspannungs-Ausgangssteckbuchsen im Gehäuse installiert. Die rote (positive) Buchse sollte dabei in der Kastenecke am nächsten gelegenen Bohrung angebracht werden.

T2 ist für die Installation vorzubereiten, indem man seine 2-fache Gleichrichter-Fadenwindung beseitigt und weglegt. An ihrer Stelle verwendet man eine aus No. 16 oder 18 isoliertem Verbindungsdraht gewickelte 3-fach-Wicklung als Primärspule. Sie kann überall entlang dem Rückführtrafokern gewickelt werden, solange sie stramm an dem Kern selbst, und nicht am Holzfaserplatten-Stützmaterial anliegt. Die Primärspule des T2-Prototyps war so um das untere Ende von T2 gewickelt, daß die beiden Anschlüsse gut zugänglich waren.

Sie sollten die Leitung der Hochspannungswicklung etwa 1 Zoll (25 mm) von der Stelle, an der Sie in die Sekundärwicklung eintritt, sorgfältig abisolieren. T2 sollte dann ohne anderes Zubehör vorläufig an seiner endgültigen Position installiert werden.

Der Spannungsübersetzer VT1 kann irgendeine Hochspannungseinheit der Art sein, wie sie in neueren Farbfernsehgeräten verwendet werden. Viele Hersteller verwenden den Varo MH-383 und versehen ihn mit ihrer eigenen Typennummer. So ist z.B. der Zenith 212-130 ein genauer Ersatz für den MH-383. Die einzige Bedingung besteht darin, daß die Einheit mindestens 10 kV Eingangs- und mindestens 25 kV Ausgangsspannung haben muß. Übersetzer können als TV-Ersatzteile für etwa 30,--DM gekauft werden. Das mag für eine Handvoll Hochspannungs-Gleichrichter und Kondensatoren teuer erscheinen, doch würden die Einzelteile noch viel mehr kosten, wenn man sie getrennt kaufte. Zudem ist der vorgefertigte und zusammengebaute Übersetzer natürlich noch sachgerecht und sicher mit einer dicken Schicht aus Dichtungsmaterial isoliert.

Findet ein Übersetzer der MH-383-Art und der in der Stückliste aufgeführte Kasten Verwendung, dann muß einer der beiden Kunststoffmontagesockel abgesägt werden, um das Einpassen zu ermöglichen. Ferner ist der weiße Mittelleiter etwa 1 Zoll vom Übersetzergehäuse entfernt abzukneifen, da er nicht benötigt wird. Dann kann der Übersetzer in dem Kasten mit 4-40 Zubehör installiert werden. Daran anschließend muß der rote Hochspannungs-Eingangsanschluß auf geeignete Länge abgeschnitten und direkt am Hochspannungs-Ausgangsanschluß des Rückführtrafos (der direkt mit der Sekundärwicklung verbunden ist) angelötet werden. Auch der schwarze gemeinsame Leiter ist auf geeignete Länge zu kürzen und an der schwarzen Bananen-Steckbuchse anzulöten. Das andere Ende der schwarzen Leitung sollte am Anschluß "T" des Rückführtrafos angelötet werden. Für eine geringfügig höhere Ausgangsspannung kann man die Spulenwicklung der Rückführtrafobreite (Anschlüsse 1 und 3) mit dem Ende der Sekundärwicklung wie bei der Prototype in Serie schalten, doch ist dies für die meisten Bildröhren nicht erforderlich.

Schließlich wird der Hochspannungs-Ausgangsanschluß des Übersetzers auf geeignete Länge gekürzt und an der roten Bananen-Steckbuchse angelötet. Nun müssen alle Hochspannungsleitungen und -verbindungen sorgfältig auf mögliche Schaltfehler oder Kurzschlüsse untersucht werden. In einem Hochspannungskreis kann ein Kurzschluß auftreten, wenn ein freier Anschluß dicht an einem Metallteil oder einem anderen Anschluß liegt. Zur Vermeidung eines Durchschlags und eines daraus resultierenden Kurzschlusses sollten alle freien Hochspannungsleitungen mit einer dicken Schicht von Silikonband umwickelt werden. Ein Röhrchen mit diesem Isoliermaterial gehört zu jedem neuen Übersetzer und kann darüber hinaus unter verschiedenen Markennamen gekauft werden. Neben der Vermeidung von Kurzschlüssen gewährleistet der Isolierstoff auch Schutz gegen elektrischen Schlag bei Berührung und reduziert Energieverluste durch Coroneffekte. Corona ist eine bläuliche Bündelentladung, wie sie häufig bei Hochspannungsleitungen auftritt.

Ist die Verlegung der Hochspannungsleitungen fertig, kann der Rückführungstransformator T2 in seiner endgültigen Position mit 4-40 Zubehör montiert werden. Dabei ist darauf zu achten, daß die beiden Primärleitungen bzw. -anschlüsse leicht zugänglich sind.

Danach muß der Transistor-Oszillator auf einem 1 7/8" x 3 1/4" perforiertem Schaltbrett gemäß dem im beiliegenden Bild dargestellten Bauteil-Layout zusammengebaut werden. Verbindung zu den Kollektoren der Transistoren ist über Lötanschluß und 4-40 Zubehör herzustellen. Die meisten Allzweck-pnp- und npn-Leistungstransistoren eignen sich gut als Q2- bzw. Q1-Verstärker.

Ist der Oszillatorkreis komplett, liegen die Enden der 12,6 V-Sekundärwicklung von T1 an den Eingangs-(Wechselspannungs-)Anschlüssen des Brückengleichrichters an. Der positive Gleichspannungs-Ausgang des Gleichrichters wird mit C1 und R1 und der negative Brückenausgang mit dem gemeinsamen Erdungspunkt verbunden. Diese Schaltung gewährleistet die höchste verfügbare Spannung, wie sie von der 6032-Wandlerröhre benötigt wird. Für niedrigere Spannungen bei Röhren z.B. des Typs 6929 muß der Brückeneingang über die Hälfte der mittig angezapften 12 V-Wicklung verbunden werden.

Danach ist die 3-fache Primärwicklung von T2 gemäß Bild 1 an den Oszillator anzuschließen. Ist die Verkabelung beendet, wird das Oszillatorbrett im Gehäuse direkt oberhalb T1 mit Hilfe von zwei "L"-Klemmen und 4-40 Zubehör angeordnet.

Das Gehäuse der Stromversorgungseinheit sollte zur Erleichterung der Bedienung und zur Warnung vor der Hochspannungsgefahr mit entsprechender Beschriftung versehen werden. Dafür kann man einen Klebebandbeschrifteter verwenden, doch besser sehen selbstklebende Vinyl-Buchstaben von 1/4" Größe aus, wie sie als No. 401 E-Z Letter Quik Stik angeboten werden. Ein Pluszeichen für den roten Hochspannungs-Pol läßt sich aus zwei "I"-Buchstaben herstellen.

Vorläufiger Stromversorgungstest

Vor Inbetriebnahme der Stromversorgungseinheit sind alle Verbindungen, vor allem die innerhalb des Hochspannungskreises sorgfältig zu inspizieren. Dabei sollten noch keine Hochspannungsleitungen oder -Stecker in die beiden Hochspannungs-Anschlüsse eingesteckt werden; vielmehr biege man die Anschlüsse einer NE-2-Neonglühlampe nach außen und führe sie jeweils in einen Ausgangsanschluß. Die Lampe sollte einen weichen Lichtschein ausstrahlen, wenn der Strom angeschaltet wird. Ebenso sollte die Versorgungseinheit selbst leicht summen und ein in ihrer Nähe plaziertes Radio laut brummen.

Vorsicht: Die von der Stromversorgungseinheit erzeugte Hochspannung kann tödlich wirken. Keiner der Hochspannungs-Anschlüsse sollte während des Betriebs des Kreises jemals berührt werden. Weitere Vorichtsmaßnahmen werden später noch beschrieben und sollten bevor man versucht, die Einheit zu betreiben, sorgfältig gelesen werden.

Bildröhren-Montage

Bildwandlerröhren gibt es in verschiedenen Formen und Größen, so daß keine Montagetechnik für alle Röhren gilt. Da die 6032-Röhre eine der preiswertesten und am schwierigsten zu montieren ist, soll hier eine Montageanleitung für sie gegeben werden.

Die 6032-Röhre wird elektrostatisch fokussiert, wobei eine Spannung an ein Zentralgitter angelegt wird. Eine einfache Art, die für das Gitter benötigten 1720 - 2650 V zu erhalten, besteht darin, einen an den Hochspannungs-Ausgang der Versorgungseinheit angeschlossenen Spannungsteiler zu verwenden. Da diese Ausgangsspannung der Anode und Fotokathode der Röhre direkt zugeführt wird, kann der Teiler direkt an die Röhre montiert werden.

Der im Prototyp verwendete Teiler besteht aus einer Serienkette von 20 Widerständen von jeweils 100 M und zwei Widerständen von 22 M. Als die optimale Prüfung der Gitterspannung hat sich gezeigt, ein kleines Quadrat aus Aluminium-Fensterdrahtgewebe (Fliegendraht) über die Fotokathode zu kleben und die Röhre mit weichem Licht von einem mit einem Blatt weißem Papier abgedeckten Blitzlicht zu bestrahlen. Wenn der Schatten des Drahtgewebes perfekt fokussiert ist, liegt die korrekte Gitterspannung an.

Das beigefügte Foto zeigt, wie die Teilerkette mit der Bildröhre verbunden ist. Die beiden Reihen von Widerständen werden zunächst auf einer ebenen Fläche zu Ketten verlötet und dann an die Röhre selbst angelötet. Hersteller der 6032-Röhre und anderer Bildröhren empfehlen, keine Lötverbindungen an der Einrichtung zu verwenden aus Furcht, die Glas-zu-Metall-Dichtungen zu beschädigen. Doch können Lötverbindungen hergestellt werden, wenn man die Metalloberflächen mit Sandpapier leicht anrauht und die Verlötung schnell und sauber durchführt. Andererseits können auch Metallverbindungsstreifen Verwendung finden, wenn man eine Lötung an der Röhre nicht vorzieht.

Wenn die Spannungsteiler-Widerstände an Ort und Stelle verlötet sind, wird die Röhre in einem Schutzgehäuse untergebracht. Beim Prototyp kam dafür ein Plexiglas-Hohlzylinder von 5 1/2" Länge und 2 1/2" Durchmesser zum Einsatz. Hochspannungs-Verbindungen lassen sich durch Einbau zweier Bananen-Steckbuchsen an einem Röhrenende, etwa 90° voneinander entfernt, herstellen. Die Röhre selbst wird installiert, indem man sie in ein Kissen aus flexiblem Schaumstoff einwickelt und in ihre Position bringt. Für die Verbindung der Röhre mit den Anschlüssen, verwende man Hochspannungsdraht. Einbaueinheiten sind Bild 3 zu entnehmen.

Der äußere Plexiglaszylinder muß von einer Kunststofffirma gekauft werden. Den einzelnen Innenzylinder zur Aufnahme des Betrachtungsende der Röhre stellt man selbst her, indem man den Boden von einem Suppenwürfelbehälter abtrennt, und in eine Seite einen Schlitz einbringt, um den Hochspannungs-Anschluß für die Anode hindurchführen zu können.

Optiken

Die Bildröhre kann ohne äußere Optiken benutzt werden, um Querschnitte von Infrarot-Lichtstrahlen zu betrachten. So kann man z.B. die Röhre zum Fokussieren einer Linse für die Kollimation eines von einer Infrarot-Lichtdiode ausgehenden Strahls verwenden, indem man die Lichtdiode direkt auf die Fotokathode der Röhre ausrichtet. Die Lichtdiode kann dann schnell fokussiert werden, indem man die Größe des Punkts auf dem Bildschirm beobachtet.

Zur Betrachtung von Abbildungen muß man diese jedoch mit Hilfe einer Linse auf der Fotokathode darstellen. Dies ist leicht zu bewerkstelligen mit einer einfachen Glaslinse niedriger Brennweite von der Edmund Scientific Company. Die Prototyp-Röhre besaß eine einfache Bikonvexlinse, die mit dem Plastikdeckel eines Suppenwürfelbehälters verbunden war. Ein in den weichen Kunststoffdeckel hineingeschnittenes Loch diente als Halterung für die Linse und gewährleistete den Lichtdurchtritt. Der Boden des Behälters war entfernt und die gesamte Einheit dann in eine mit einer 1 3/4" Bohrung versehene Plexiglasscheibe eingesetzt, die am Ende der Fotokathode am Bildröhren-Aufnahmezylinder angeklebt wurde. Zum Fokussieren wird der Linsentubus vor- und zurückbewegt. Um beste Ergebnisse zu gewährleisten, sollte jeglicher Lichteinfall von außen auf die Fotokathode vermieden werden, indem man die Innenflächen des Kunststoff-Linsentubus und des Röhren-Aufnahmezylinders schwärzt.

Von der Röhre erzeugte Bilder sind "umgedreht", da aber auch eine Linse solche ein "verkehrtes" Bild liefert, steht das Bild auf dem Bildschirm aufrecht. Die Abbildung kann beobachtet werden, indem

man den Bildschirm aus mehreren Zoll Entfernung betrachtet, wobei allerdings Fremdlicht die Detailschärfe beeinträchtigt. Es ist deshalb besser, eine f/l-Linse im Deckel eines Suppenwürfelbehälters zu montieren und den Deckel dann auf dem Innenzylinder der Bildröhre zu befestigen. Diese f/l-Linse sollte entweder konvex oder bikonvex sein und ihr Außendurchmesser sollte etwa dem des Bildschirms entsprechen. Bei Verwendung eines solchen Okulars kann die Röhre sehr dicht an das Auge herangeführt werden, wodurch nicht nur Fremdlicht ferngehalten, sondern auch die Abbildung auf dem Schirm vergrößert wird.

Zusammenbau und Prüfung

Der Zusammenbau des Bildwandler-Systems wird abgeschlossen, indem man zwei Hochspannungs-Verbindungskabel für die Bildröhren bereit hält. Dafür kommen konventionelle Hochspannungs-Kabel in Betracht oder Auto-Zünddraht. An jedem Ender der Kabel ist 1/2" Isolierung zu entfernen und ein Bananenstecker anzubringen. Es empfiehlt sich, an einem Kabel rote und am anderen schwarze Stecker zu verwenden. Dabei kann es notwendig werden, die Isolierhülsen der Stecker auszubohren, um die Kabelenden einzupassen. Es ist jedoch wichtig, die Kabelenden mit ihrer Isolierung in den Steckerhülsen unterzubringen, damit die Gefahr eines elektrischen Schlags vermieden wird.

Dann werden die Kabel zwischen Stromversorgung und Bildröhre geschaltet, um das System zu testen. Der Drehknopf von R1 sollte in seiner äußersten linken Position (höchster Widerstand) stehen, bevor der Strom zugeschaltet wird, um sicherzustellen, daß die Röhre zunächst mit der niedrigst möglichen Spannung beaufschlagt wird. Bei richtigem Anschluß von R1 muß der Widerstand abnehmen, wenn der Knopf im Uhrzeigersinn gedreht wird.

Man schaltet also den Strom ein und verstellt R1 langsam, bis auf dem Bildschirm ein weicher grünlicher Schimmer erscheint. Das ist ein Zeichen für die Betriebsbereitschaft des Systems. Ist ein solcher Lichtschimmer nicht zu sehen, so wird zunächst der Strom abgeschaltet, die Bildröhre vom System getrennt und werden sämtliche Leitungen und Verbindungen sorgfältig überprüft. Dabei muß vor dem Öffnen des Stromversorgungskastens der Spannungsverstärker entladen werden, indem man eines der

Bildröhren-Hochspannungs-Kabel direkt über die Stromversorgungs-Ausgänge verbindet.

Wird eine 6929- oder eine andere selbstfokussierende Röhre verwendet, so ist optimale Schärfe (Fokus) bei einem Röhrenpotential von etwa 12,5 kV zu erzielen. Die 6032-Röhre kann für das optimale Fokussieren eine Verstellung des Spannungsteiler-Anschlusses notwendig machen. Zur Überprüfung der Röhre auf Fokus geht man wie folgt vor: der Strom wird abgeschaltet; die Röhre wird von ihren Hochspannungskabeln getrennt; ein kleines Quadrat aus Aluminium-Fensterdrahtgewebe wird über die Fotokathode geklebt. Wird die Röhre dann wieder an die Stromversorgung angeschlossen und gegen weiches Licht ausgerichtet, dann erscheint der Schatten des Drahtgewebes auf dem Bildschirm. Ist dieses Schattenbild verzerrt, so muß das Röhrensystem auseinandergenommen und ein neuer Spannungsteiler-Anschluß hergestellt werden. Dabei kann es notwendig sein, einen der 100 M Ω Widerstände in kleinere Einheiten aufzuteilen, um zu einem geeigneten Teileranschluß zu gelangen, doch höchstwahrscheinlich ist der in Bild 1 dargestellte Anschluß dem erforderlichen Punkt nahe.

Wichtig ist, daß man die für eine bestimmte Bildröhre zulässige Maximalspannung nicht überschreitet. Die an einer Röhre anliegende Spannung läßt sich mit einem Hochspannungs-Voltmeter oder einem kleinen Mikroamperemeter, mit der Röhre und der Stromversorgungs-Einheit in Serie geschaltet, bestimmen. Kommt letztere Meßmethode zur Anwendung, so kann man einfach Hochspannungs-isolierte Klammerleitung für die Verbindung des in Serie geschalteten Meßgeräts (es empfiehlt sich ein 0 - 50 μ A-Gleichspannungsmesser) mit der Röhre verwenden. Ist der Gesamtwiderstand der Spannungsteiler-Kette bekannt, dann läßt sich die Spannung der Stromquelle nach dem Ohmschen Gesetz errechnen. Beträgt z.B. der Gesamtwiderstand wie im Falle des Prototyp-Teilers 2144 M Ω und der Strommesser zeigt 10 μ A an, so ist gemäß obigen Gesetzes die Gesamtspannung gleich dem Produkt aus Widerstand und Strom, d.h. 21,44 kV (Rechnung: $2,144 \cdot 10^9 \times 1 \times 10^{-5} = 2,144 \cdot 10^4$)

Anwendung des Infrarot-Sehers bzw. -Betrachters

Der Infrarot-Seher bzw. Betrachter ist überaus nützlich für die Beob-

achtung der von Infrarot-Lasern oder Lichtdioden ausgehenden Strahlung. Wie bereits erwähnt, kann die Röhre ohne Bildlinse verwendet werden, um Strahlenquerschnitte sichtbar zu machen. Mit einer Linse kann man die Röhre benutzen, um auf einen weißen Schirm projizierte Lichtdioden- und Lasermuster zu betrachten. Eine Linse vor der Bildröhre ermöglicht es, das System zur Ausrichtung von Infrarot-Kommunikatoren und Einbruchalarm-Systemen einzusetzen.

Die Bildröhre kann auch verwendet werden, um Abbildungen in völliger Dunkelheit zu betrachten, indem das Objekt mit unsichtbarem Infrarot-Licht von einer Lichtdiode bestrahlt wird. Für mehr Infrarotlicht kann man eine Reihe von Lichtdioden oder eine Glühlampe mit einem Infrarot-Filter verwenden. Glühlampen sind sehr effiziente Quellen für nahezu infrarotes Licht, doch lassen die meisten Infrarot-Filter auch etwas sichtbares Licht hindurch. Nichtsdestoweniger bleibt die Quelle, abgesehen vom direkten Anblick, praktisch unsichtbar. Infrarot-Filter sind von der Edmund Scientific Company zu beziehen.

Der Infrarot-Seher bzw. -Betrachter kann auch zur Untersuchung von Bioreflektanz benutzt werden. Dabei kommt der Seher als Sensor, ähnlich solchen, wie von der NASA im Earth Resources Satellite (ERTS) verwendet werden, zum Einsatz. Fast alles gesunde Blätterwerk hat eine sehr hohe, nahezu Infrarot-Reflektion und erscheint auf dem Bildschirm nahezu weiß. Kranke Vegetation hat dagegen geringere Reflektion und erscheint deshalb auf dem Schirm dunkler. Auch menschliche Haut reflektiert nahezu Infrarot-Strahlung und läßt sich auf dem Seher bzw. Betrachter sichtbar machen. Dabei spielt die Hautfarbe keine Rolle, alle Menschen erscheinen auf dem Bildschirm gleich, als gelbgrüne Schatten.

Für nichtstationären Betrieb läßt sich das System auch auf Batterie umstellen, wozu man den Eingangs-Transformator T1, den Gleichrichter RECT und den Kondensator C1 entfernt und, wie in Bild 1 gezeigt, eine 12 V-Batterie anschließt. Es ist ein einfacher Vorgang, diese Bauteile mit einem Schalter zu verbinden und so je nach Bedarf Batterie- oder Netzbetrieb zu ermöglichen. Dabei kann ein größerer Kasten für die Stromversorgungs-Einheit zugleich noch die Batterie aufnehmen.

Betriebs-Vorsichtsmaßnahmen

Wie bereits zuvor festgestellt, kann die von der Stromversorgung der Bildröhre erzeugte Hochspannung tödlich sind. Deshalb müssen Kurzschlüsse durch freie oder unzureichend isolierte Hochspannungs-Leitungen vermieden werden. Ist die Stromversorgungs-Einheit wie hier beschrieben ausgeführt, dann ist das fertige System nicht gefährlicher als ein normales Fernsehgerät. Zur völligen Sicherheit sollten für den Betrieb des Systems aber folgende Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden:

1. Niemals die Stromquelle anschalten, ohne daß eine Last am Ausgang angeschlossen ist. Diese Last verhindert ein Überschlagen von den Ausgangspolen zum Metallgehäuse und entlädt die Spannungsverstärker-Kondensatoren, so daß sie keinen gefährlichen Schlag für längere Zeit speichern können.
2. Niemals den Kasten der Stromversorgungs-Einheit öffnen, wenn die Einheit in Betrieb ist.
3. Immer darauf achten, daß der Spannungsübersetzer der Stromquelle entladen ist, bevor man die Einheit wartet, indem man die Ausgangs-anschlüsse mit einer Hochspannungs-Leitung direkt verbindet.
4. Sicherstellen, daß die Hochspannungs-Kabel, Stecker und das Bildröhren-Gehäuse gut isoliert sind. Zum Beispiel ist es möglich, im Betriebszustand der Einheit mit der Fingerspitze von der Anode einen 1/4" Lichtbogen zu ziehen. Obwohl ein solcher Überschlag klein und harmlos ist, sollte man durch gute Isolierung der Bildröhre dafür sorgen, daß derartige Störungen nicht auftreten können.

Darüber hinaus gibt es einen weiteren Sicherheitsaspekt. Obwohl Bildröhren seit dem 2. Weltkrieg in Gebrauch sind, wurde erst kürzlich festgestellt, daß einige Typen eine kleine Menge an Röntgenstrahlen emittieren. RCA und andere Hersteller empfehlen deshalb, daß Bildröhren zum Schutz gegen diese Strahlung abgeschirmt werden. Dies ist hier z.B. durch Umwickeln des Plexiglas-Behälters mit einer Bleifolie möglich, wobei man die Folie mit einer Lage Vinylband befestigen kann.

Schließlich sollte die Einwirkung heller Lichtquellen auf die Foto-

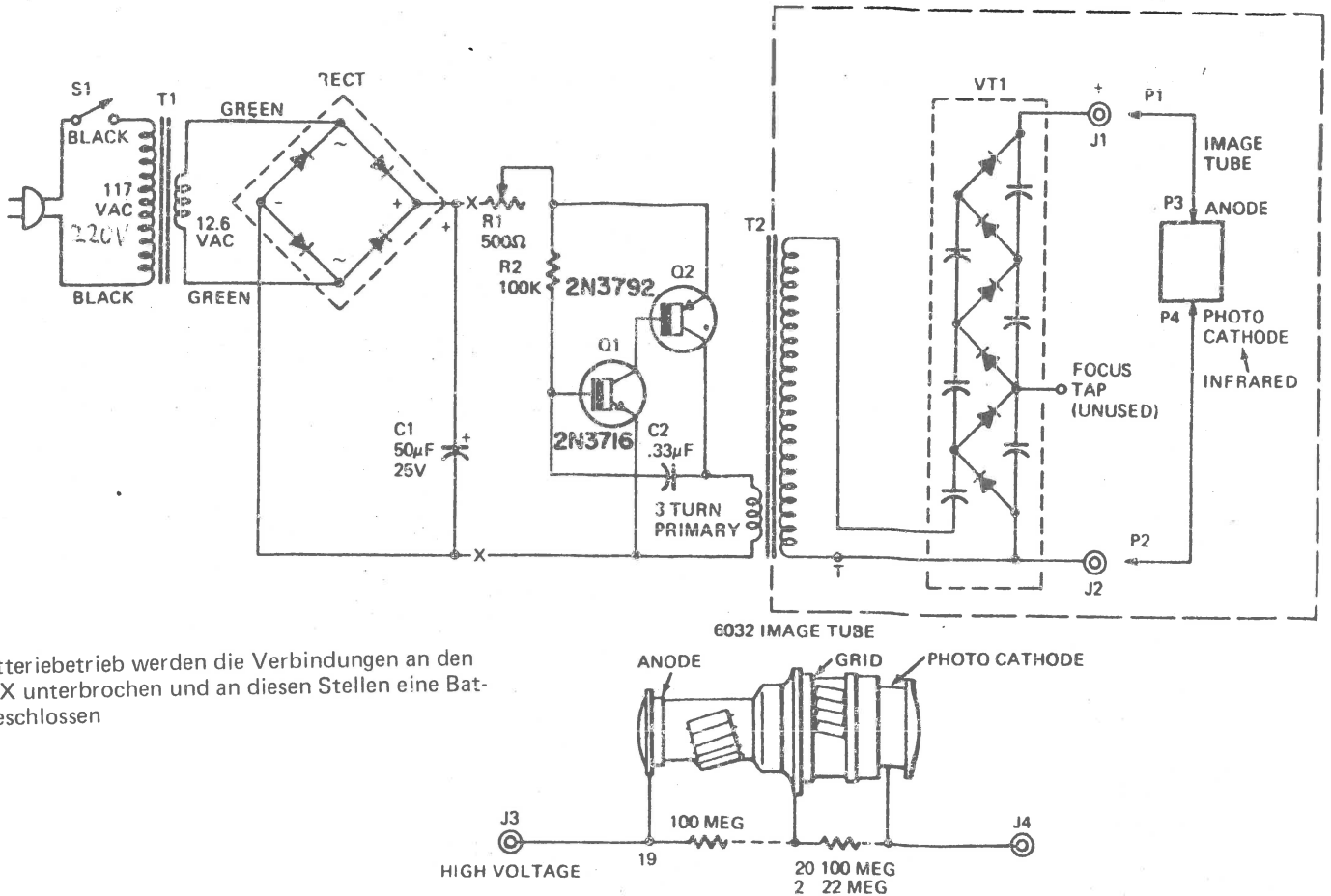
kathode der Bildröhre vermieden werden, weil dies die Röhre beschädigen kann. Selbst bei abgeschalteter Stromquelle kann auf die empfindliche Fotokathode fallendes helles Licht die Empfindlichkeit der Röhre für eine Zeit mindern. Die Röhre sollte jedoch bei kurzzeitiger Bestrahlung mit hellem Licht nach einer gewissen Ruhepause den Hauptteil ihrer Empfindlichkeit wieder erlangt haben.

Stückliste

- C1 - 50 μ F, 25 V elektrolytisch
- C2 - 33 μ F, 25 V
- J1 - J4 - isolierte Bananen-Steckbuchsen
- P1 - P4 - isolierte Bananen-Stecker
- Q1 - 2N3716 oder anderer Allzweck-npn-Leistungstransistor
- Q2 - 2N3792 oder anderer Allzweck-pnp-Leistungstransistor
- RECT- 50 V Vollwellen-Gleichrichter (Radio Shack 276-1146 oder ähnliches)
- R1 - 500 Ω -Potentiometer
- R2 - 100 k - Widerstand, 1/2 W
- S1 - Knebelschalter
- T1 - Leistungstransformator: Primär 117 V Wechselspannung, sekundär 12,6 V Wechselspannung, mittig angeschlossen
- T2 - Fernseh-Rückführtrafo (Stancor A-8279 oder ähnliches, s. Text)*
- VTI- Hochspannungs-Übersetzer (Vero MH-383 oder ähnliches, s. Text)
- Bidlröhre - 6032, 6929 oder andere Infrarot-Bidlröhre (s. Text)**
- Verschiedenes - Kasten bzw. Gehäuse (3" x 4" x 6", BH643 zu beziehen von LMB, 729 Ceres Avenue, Los Angeles, Cal. 90021 für 3,50 \$ oder ähnliches); Hochspannungs-Kabel, Hochspannungs-Silikon-dichtung bzw. Isolierband; perforrierte Pappe; Schrauben, Muttern, Zubehör; Beschriftungsschilder; Plexiglas-Zylinder für Bidlröhre usw. (Einzelheiten s. Text)

* Rückführ-Transformatoren sind im Elektronikbedarf- oder Fernsehersatzteil-Handel zu beziehen.

VORSICHT HOCHSPANNUNG
 Alle Kabel und Verbindungen sind sorgfältig zu isolieren



X Bei Batteriebetrieb werden die Verbindungen an den Punkten X unterbrochen und an diesen Stellen eine Batterie angeschlossen

Bild 1 - Die Stromversorgungs-Einheit, der über Wechselspannung oder Batterie betriebene Gleichspannungs-zu-Gleichspannungs-Wandler entwickelt die hohe, von der Bildwandlerröhre benötigte Spannung. Die Bauteile sind billig und einfach zu beziehen.

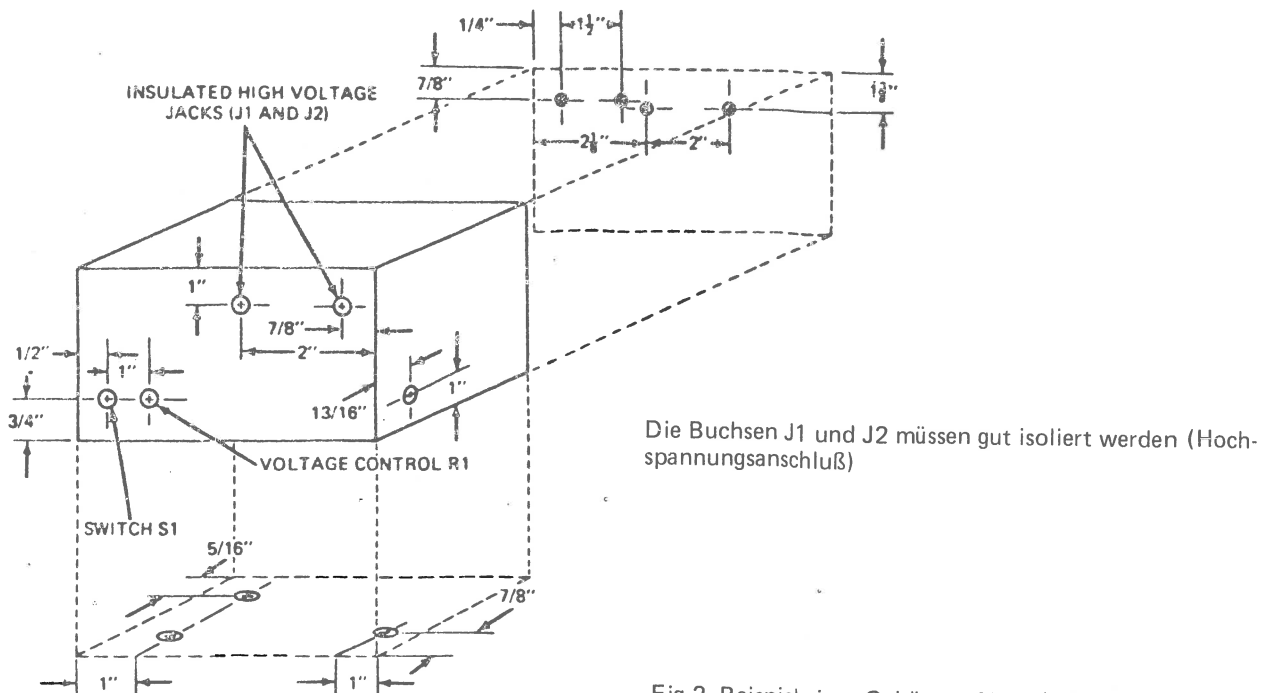


Fig.2 Beispiel eines Gehäuses, Maße in Inch (Inch = 2,54 cm)

Bild 2 - Bohrplan für die Montage der Bauteile in dem 3 x 4 x 6 in. Scharnierdeckel- Gehäuse. Vor dem Bohren müssen alle Teile gut eingepaßt werden, insbesondere wenn Änderungen vorgenommen wurden.

