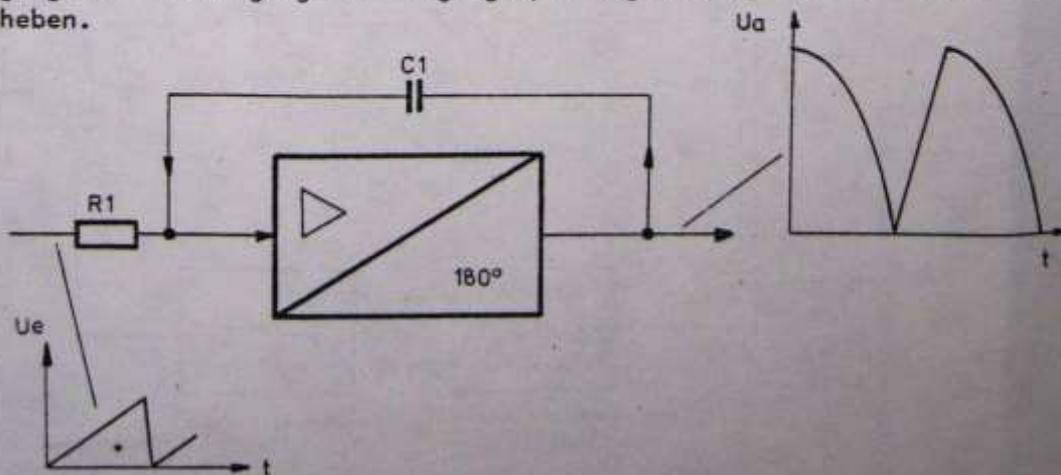


a) Impulsformer

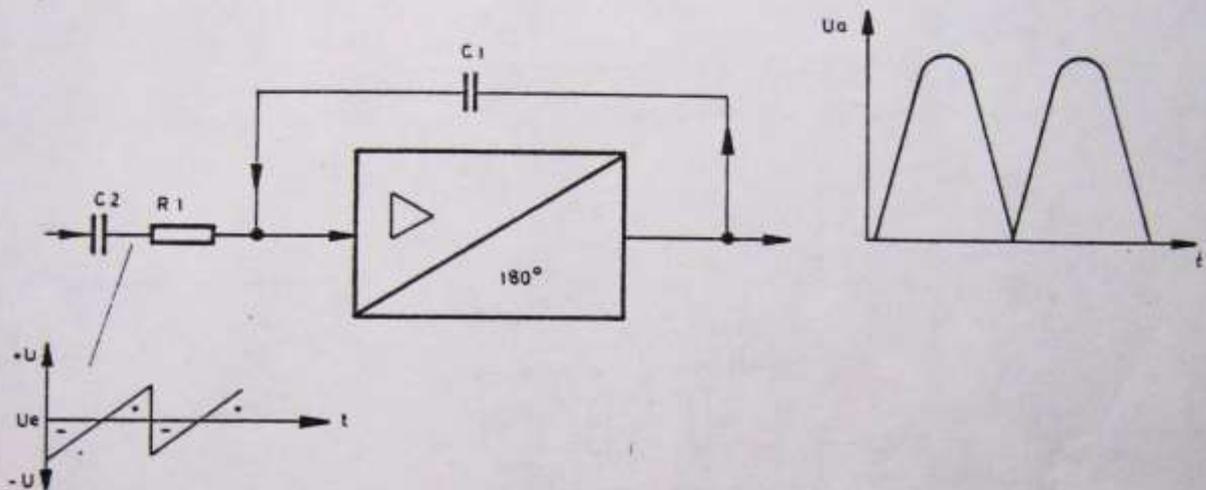
Im ersten Abschnitt sorgt eine Umformerstufe für die Umwandlung der zugeführten bildfrequenten Sägezahnspannung in die zur Korrektur notwendige Parabelform.

Als Umformerstufe wurde hier ein sog. Miller-Integrator verwendet, eine Transistorstufe, mit einer starken kapazitiven Gegenkopplung vom Kollektor zurück auf die Basis.

Jeder entsprechend gegengekoppelte Verstärker hat im Prinzip das Bestreben, durch die Zurückführung einer gegenphasigen Spannung vom Ausgang auf den Eingang die Eingangsspannung zu kompensieren, bzw. aufzuheben.

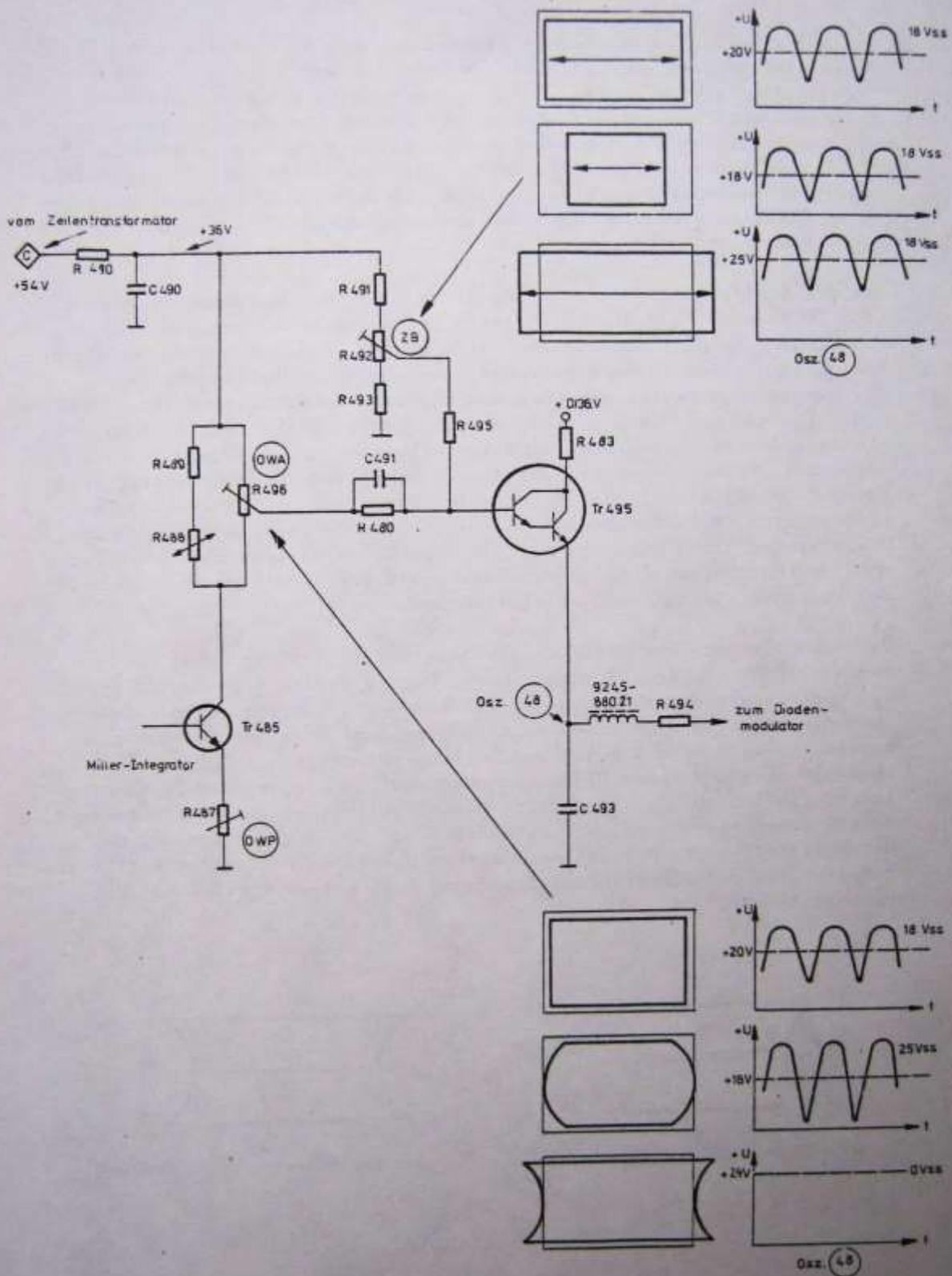


Handelt es sich um einen kapazitiv gekoppelten Verstärker, und wird dieser mit einer Sägezahnspannung angesteuert, so versucht die Ausgangsspannung während des positiven Sägezahnanstiegs das Ansteigen der Eingangsspannung zu kompensieren, d. h., die Ausgangsspannung wird zunehmend kleiner. Da der Kondensator C1 für Gleichspannungsanteile gesperrt ist, muß die Ausgangsspannung mit zunehmender Spannung am Eingang eine immer größere Steilheit erhalten, da mit zunehmender Flankensteilheit ($\Delta U/\Delta t$) der Kondensator durchlässiger und damit die Kompensation stärker wird. Die so entstandene Ausgangsspannung entspricht in ihrer mathematischen Form genau der Kurve einer einseitigen Parabel.



Wird die Sägezahnspannung am Eingang über einen Koppelkondensator C2 geführt, mittelt sich der Sägezahn so um die Nulllinie, daß positive und negative Anteile entstehen. Während der negativen Sägezahnflanke wird die Eingangsspannung immer kleiner, bis sie schließlich die Nulllinie erreicht. Da die Ausgangsspannung dieses Verhalten kompensieren will, wird sie mit gleichzeitig abnehmender Flankensteilheit immer größer. Während des positiven Sägezahnanstieges fällt die Ausgangsspannung in umgekehrter Richtung parabelförmig ab. Es entsteht eine doppelseitige Parabel.

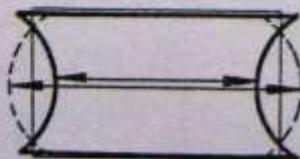
Die oben im Prinzip beschriebene, aktive Integration der Sägezahnspannung übernimmt in der Praxis der als Miller-Integrator beschaltete Transistor Tr 485 (BC 237 A). Bestimmenden Einfluß auf die Umformung des Spannungsverlaufs besitzt hier die zwischen Kollektor (Ausgang!) und Basis (Eingang!) des Transistors befindliche Millerkapazität, die von den beiden Kondensatoren C 483 und C 484 (je $0,68 \mu\text{F}$) gebildet wird, und in Verbindung mit dem Widerstand R 486 ($1,5 \text{ k}\Omega$) zur Wirkung kommt.



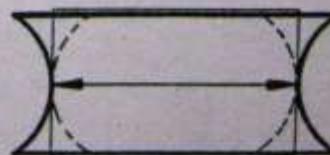
Die auf etwa 25 Vss verstärkte Parabelspannung im Kollektorkreis des Miller-Integrators gelangt über ein Regelnetzwerk an die Basis des Transistors Tr 495 (BD 677), der durch seine hohe Stromverstärkung (ca. 1200fach) den entsprechend niederohmigen Eingangswiderstand für den nachfolgenden Diodenmodulator darstellt. Dieser Transistor ist als Darlingtonverstärker aufgebaut, wobei die beiden als Emitterfolger betriebenen Einzeltransistoren mit den im Schaltbild nicht eingezeichneten Basisteilerwiderständen und einer Schutzdiode gemeinsam in einem Gehäuse untergebracht sind.

Aus dem Emitterkreis dieses Transistors wird der Gleichspannungswert (ca. 20 V) und die damit überlagerte Parabelspannung (ca. 18 Vss) für den Diodenmodulator abgenommen. Beide Werte - Gleichspannung und Parabelspannung - lassen sich getrennt einstellen und festlegen. Der Gleichspannungsanteil, der über den Basisspannungsteiler R 491 (15 k Ω) R 492 (50 k Ω) und R 493 (27 k Ω) mit dem Regler R 492 (ZB:Zeilenbreite) einstellbar ist, ermöglicht eine Beeinflussung der abgegebenen Leistung des Diodenmodulators, und bietet damit eine außerordentlich einfache Regelmöglichkeit der Bildbreite. Durch den als Einstellregler eingesetzten Kollektorwiderstand R 496 (OWA: Ost/West-Amplitude) des Miller-Integrators kann die zur Ost/West-Kissenkorrektur erforderliche Höhe der Parabelspannung an der Basis, und damit auch am Emitter des Darlingtonverstärkers eingestellt werden.

Die Ankopplung an die Basis des Transistors Tr 495 wird über den Kondensator C 491 (0,47 μ F) vorgenommen. Der zu diesem Kondensator parallel geschaltete Widerstand R 480 (47 k Ω) überträgt während der OWA-Regelung gleichzeitig auch einen sich proportional ändernden Gleichspannungsmittelwert an die Basis des Darlingtontransistors. Da aber ein sich ändernder Gleichspannungswert am Eingang des Diodenmodulators Einfluß auf die Bildbreite nimmt, gelingt es durch eine geeignete Dimensionierung des Widerstandes R 480 bei der Einregelung der Ost/West-Korrektur, die Zeilenamplitude auf einen bestimmten Wert festzuhalten, so daß dieser Einstellvorgang fast keinen Einfluß auf die Bildbreite hat.



OHNE R 480
(MITTLERE BILDBREITE ÄNDERT SICH)



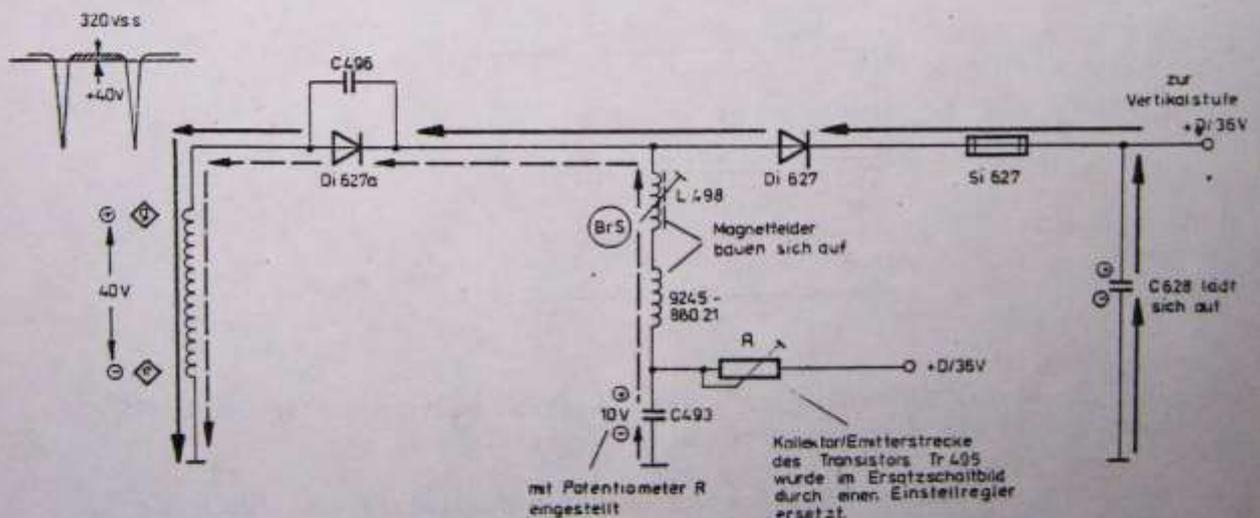
MIT R 480
(MITTLERE BILDBREITE BLEIBT KONSTANT)

Die Ankopplung des Darlingtonverstärkers an den Diodenmodulator erfolgt über einen L/C-Tiefpaß (C 493: 1 μ F; L 9245-880.21: 1,5 mH), welcher den Diodenmodulator vom Transistor Tr 495 entkoppelt, und außerdem die zeilenfrequenten Impulsanteile des Modulators vom Darlingtonverstärker fernhält. Der Widerstand R 494 (1,0 Ω ; schwer entflammbar) wirkt im Falle eines Kollektor-Emitterkurzschlusses des Transistors Tr 495 als Strombegrenzung und verhindert so ein Hochlaufen der abgegebenen Gleichspannung des Diodenmodulators.

Zum Schutz des Darlingtontransistors (BD 677) wurde in die Kollektorleitung (+ D-Spannungszuführung) ein 1,5 Ω -Widerstand (R 483, 1/3 W) geschaltet. Bei zu großer Stromaufnahme unterbricht R 483 und schaltet somit die Betriebsspannung des Darlingtonverstärkers ab.

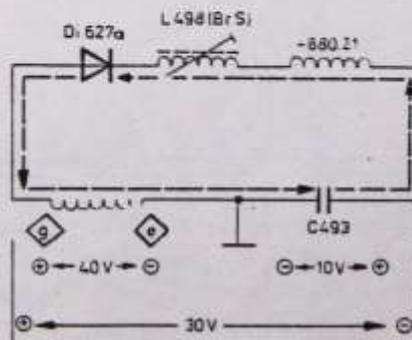
c) Diodenmodulator

Der Modulorteil besteht aus einer Zweidiodenschaltung, die von bild- und zeilenfrequenten Spannungen angesteuert wird und den Horizontalablenkkreis mit der zur Kissenkorrektur notwendigen Modulationsspannung versorgt. Sozusagen als Nebenprodukt entsteht im Modulator durch Einweggleichrichtung der zeilenfrequenten Hinlaufspannung eine leistungsfähige Niedervoltspannung von + 36 V (+ D), die als Betriebsspannung für die Vertikalendstufe und den Darlingtonverstärker verwendet wird.



Die Ansteuerung des Diodenmodulators erfolgt mit negativen Zeilenrückschlagimpulsen (320 Vss) aus einer Hilfswicklung des Zeilentransformators ($\diamond e - \diamond g$). Der positive Spannungsanteil dieser Impulse während der Zeilenhinlaufzeit beträgt ca. 40 V. Dadurch sind beide Dioden Di 627 und Di 627 a zu dieser Zeit leitend, und der Ladekondensator (C 628) für + D lädt sich in der eingezeichneten Polarität auf 36 V auf. Diese Spannung - ein Nebenprodukt des Modulators - dient der Vertikalendstufe als Betriebsspannung. Die Sicherung Si 627 schützt den Modulator im Fehlerfall vor einer zu großen Belastung durch die Vertikalendstufe.

Die Modulationsspannung (50 Hz-Parabel) wird dem Modulator vom Emitter des Transistors Tr 495 über die Spulen 9245-880.21 und L 498 (BrS) an die Diodenmitte zugeführt. In nachstehender Graphik wurde die Kollektor/Emitterstrecke des Darlingttonverstärkers für das Prinzip durch einen Widerstandsregler ersetzt. Dieser soll so eingestellt werden, daß am Kondensator C 493 eine Gleichspannung von + 10 V steht. Auf Grund der Schaltungsanordnung fließt während der Hinlaufzeit über die Spulen - 880.21 und L 498, über die Diode Di 627 a und dem Zeilentransformator ein Querstrom, dessen Amplitude von der treibenden Spannung in diesem Stromkreis abhängig ist. Da beide Spannungen - die Hinlaufspannung an der Wicklung $\diamond e - \diamond g$ (40 V) und die Reglerspannung am Kondensator C 493 (10 V) - in diesem Stromkreis in Reihe liegen, aber entgegengesetzt gepolt sind, erreicht die Gesamtspannung im Kreis einen Wert von 30 V.

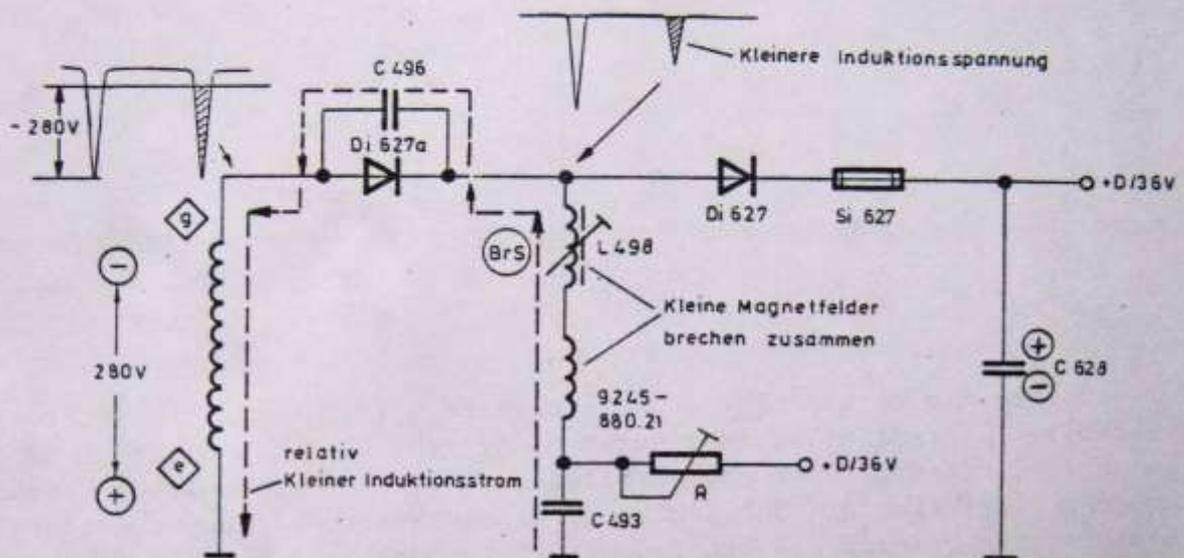


Der von dieser Spannung getriebene Querstrom baut in den Spulen L 498 und -880.21 ein dazu proportionales Magnetfeld auf.

Zur Zeit des Zeilenrücklaufes werden beide Modulatordioden durch die negative Rückschlagspitze an der Hilfswicklung $\diamond e - \diamond g$ (- 280 V) gesperrt, und beide Stromkreise - Ladestromkreis über C 628 und Querstromkreis - damit unterbrochen. Die während der Hinlaufzeit in den Spulen L 498 und 880.21 aufgebauten Magnetfelder brechen dadurch zusammen. Zwischen den beiden Modulatordioden entsteht dadurch eine negativ gerichtete Induktionsspitze, deren Amplitude von der Größe des gespeicherten Magnetfeldes und deren mittlere Impulsbreite von der Dimensionierung der L/C-Glieder im Querstromkreis abhängig ist.

Dadurch wird der Querstrom kleiner, und in den Spulen L 498 (BrS) und -880.21 bauen sich proportional dazu kleinere Magnetfelder auf.

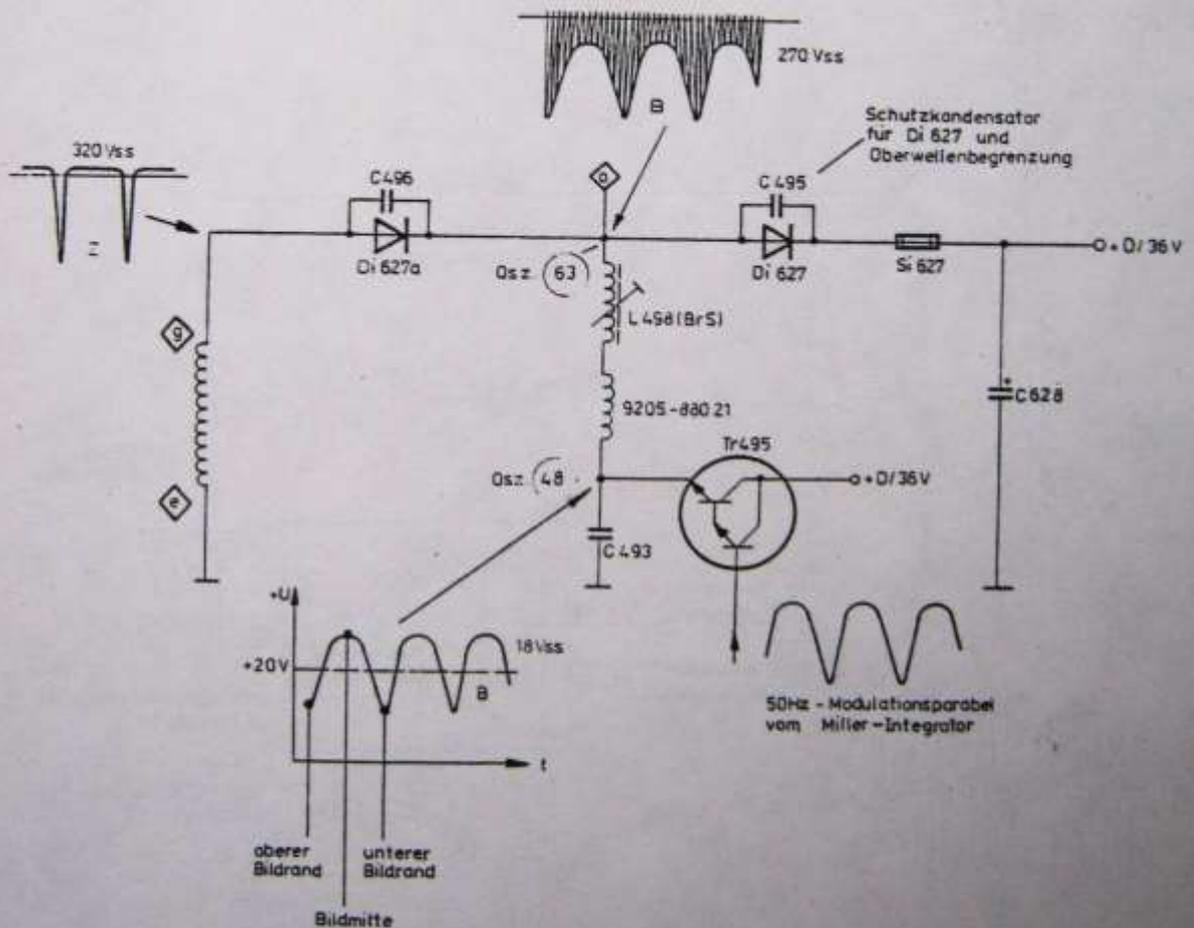
Im äußeren Stromkreis ändern sich auf Grund der veränderten Reglereinstellung die Strom- bzw. Spannungsverhältnisse nicht, d.h., der Ladekondensator C 628 wird wieder auf 36 V nachgeladen.



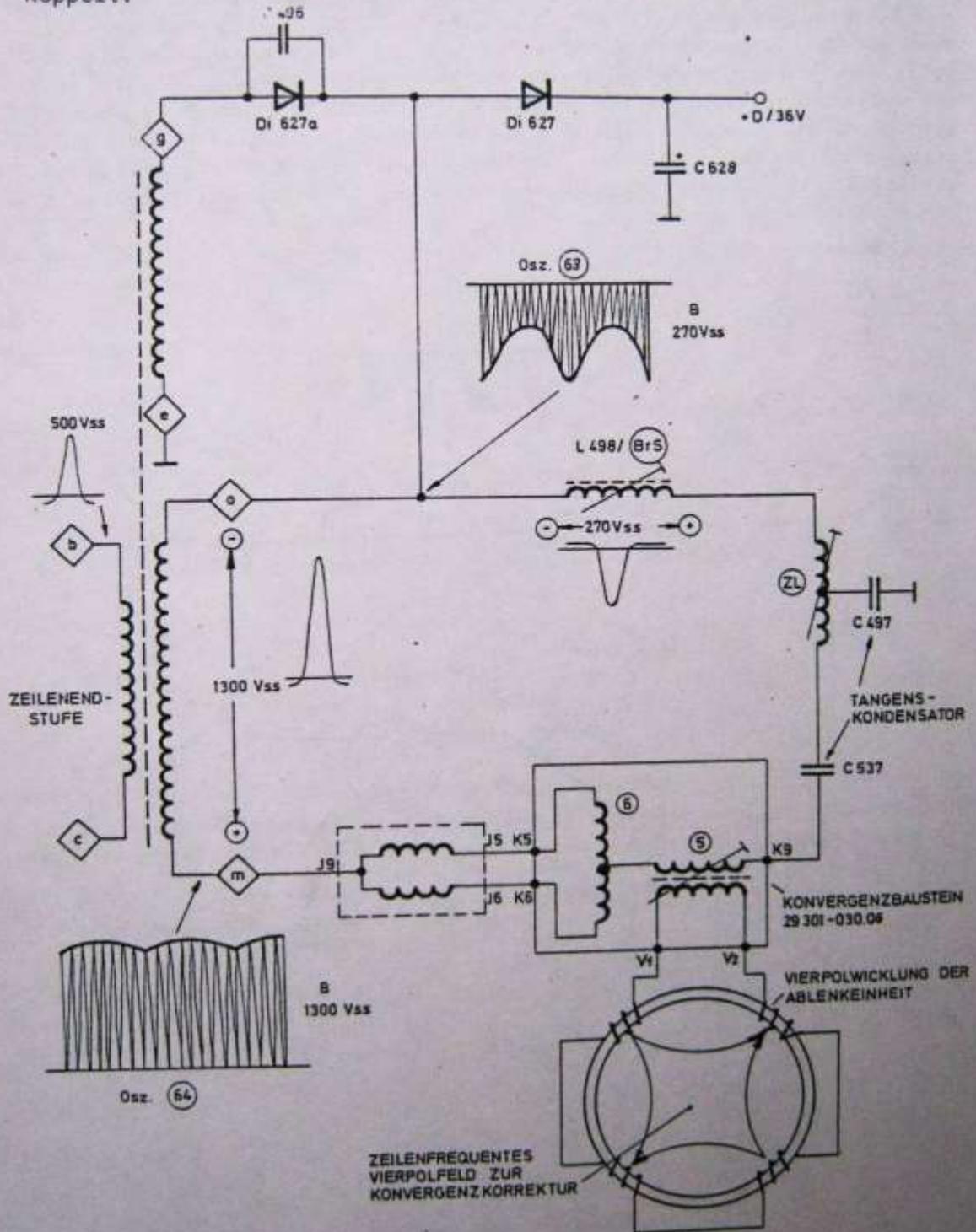
Während des nachfolgenden Zeilenrücklaufes brechen in den Spulen L 498 (BrS) und -880.21 kleinere Magnetfelder zusammen, und die Induktionsspannungsspitze in der Mitte der beiden Modulatorioden wird dementsprechend kleiner.

Am Ausgangspunkt des Modulators (Diodenmitte) entstehen also während des Zeilenrücklaufes "nachgeahmte Zeilenrückschlagimpulse", die in ihrer Amplitude umso kleiner werden, je größer die Spannung am Kondensator C 493 ist, d.h., je niederohmiger das Potentiometer gestellt wird.

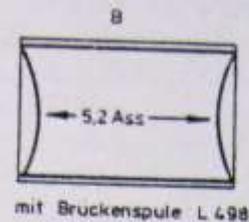
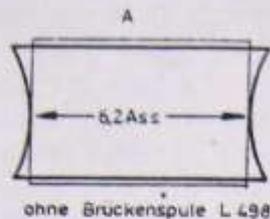
In der Praxis wird dieser Regler durch die Kollektor/Emitterstrecke des Darlingtonttransistors Tr 495 ersetzt. Da dieser Transistor mit der 50 Hz-Parabelinformation angesteuert wird, ändert er seinen Kollektor/Emitterwiderstand ebenfalls in diesem Rhythmus. Am Kondensator C 493 (Osz. 48) entsteht dadurch eine Parabelspannung von 18 Vss, die mit einem Gleichspannungsanteil von ca. 20 V überlagert ist. Am oberen Bildrand ist die Spannung am Kondensator C 493 relativ klein, und die modulierten Zeilenrückschlagimpulse sind dementsprechend groß (270 Vss). Zur vertikalen Bildmitte hin steigt die Kondensatorspannung parabelförmig an, und die Amplitude der Zeilenrückschlagimpulse nimmt während dieser Zeit parabelförmig ab. Von der Bildmitte zum unteren Bildrand erfolgt der umgedrehte Vorgang, d. h., die Zeilenrückschlagimpulse nehmen parabelförmig wieder zu.



Diese mit der Parabelinformation modulierten Zeilenrückschlagimpulse (Osz. 63, 270 Vss) werden zur Modulation des Zeilenablenkstromes (Bildbreitenmodulation) vom Anschlußpunkt 10 des Modulator-Bausteines direkt in die Ablenkwicklung des Zeilentransformators (◇) eingekoppelt.



Durch Einfügen der Brückenspule L 498 (350 μH) entsteht gegenüber der Ablenkeinheit (1,2 mH) ein zusätzlicher Verbraucher im Ablenkkreis. Dadurch verringert sich der Ablenkstrom von 6,2 Ass auf ca. 5,2 Ass und proportional dazu verkleinert sich die Bildbreite (s. Graphik B).



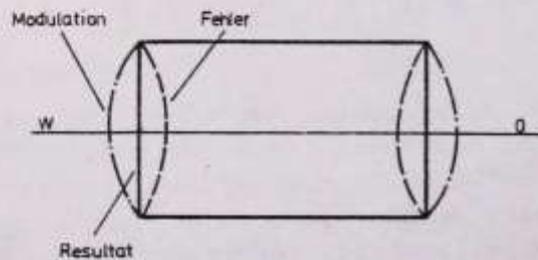
Aufgrund der 50 Hz-Modulation des Zeilenablenkstromes ist der Ablenkkreis hier induktiv durch die Wirkung $\diamond - \diamond_m$ an die Endstufe gekoppelt und nicht wie bisher üblich galvanisch mit Hilfe eines Autotransformators.

Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung gegenüber dem bisher verwendeten Autotransformator besteht auch darin, daß durch die Wahl eines günstigen Kopplungsfaktors das "Weißbalkenverhalten" verbessert wird. Bei starkem Strahlstrom bricht bekanntlich die Hochspannung durch den Innenwiderstand der Stromquelle um bis zu maximal etwa zehn Prozent zusammen. Konzentriert sich dabei die Helligkeit auf einen horizontalen Balken, dann vergrößert sich die Zeilenbreite im entsprechenden Bildbereich und es kommt zu Geometriefehlern. Durch einen geeigneten Ankopplungsgrad der Ablenkwicklung gelingt es aber, daß sich gleichzeitig mit diesem Vorgang auch die Impulsspannung im Ablenkkreis etwas verringert, wodurch ein teilweiser Kompensationseffekt beider Vorgänge zustande kommt.

Eine weitere Stabilisation der Zeilenbreite wird über die strahlstromabhängige Regelspannung (Aquatagniveau), die auf die Basis des Darlingtontransistors gegeben wird, erreicht. Die bei weißen Bildstellen (größerer Strahlstrom, kleinere Hochspannung) entstehende Zeilenbreitenvergrößerung wird durch das negative Aquatagniveau an der Basis des Tr. 495 (Zeilenbreitenregelung) dynamisch ausgeregelt.

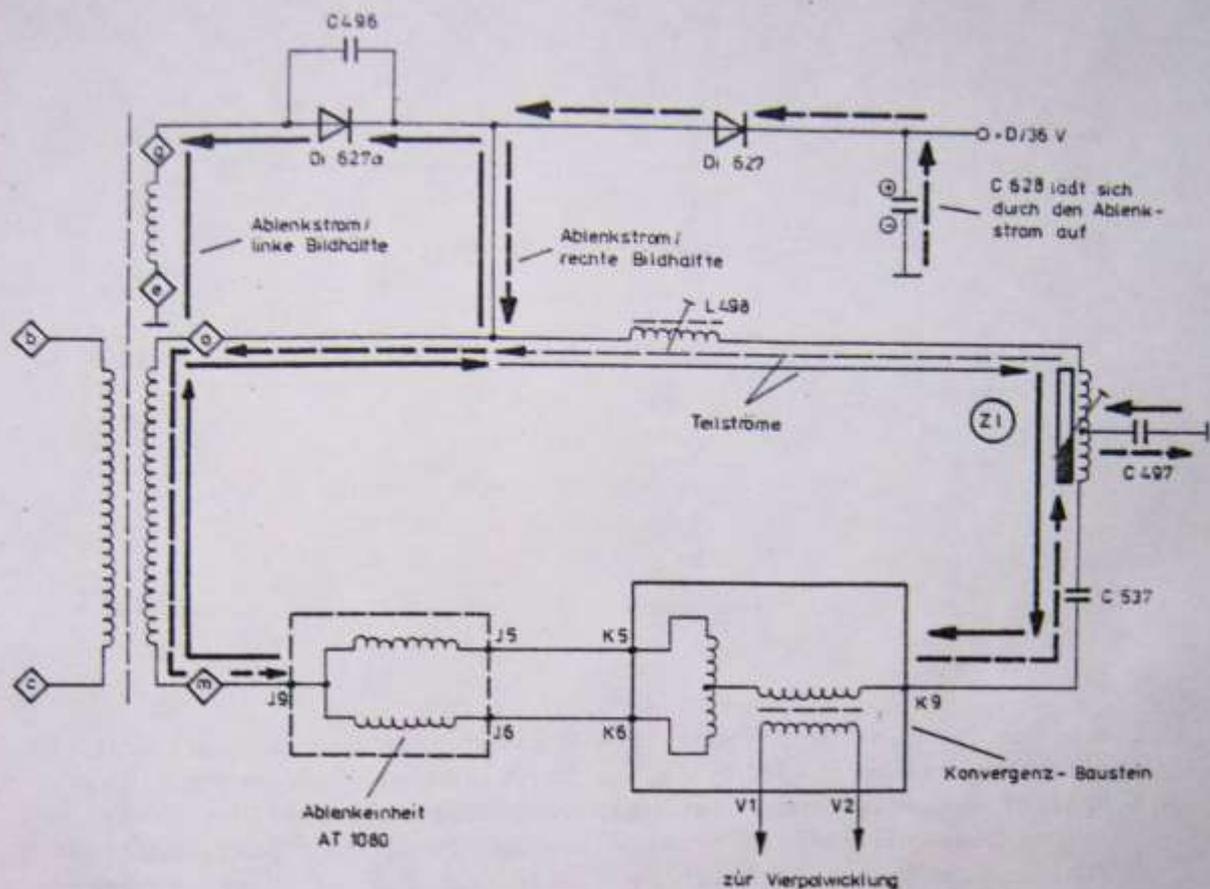
Service: Wegen dieses unterschiedlichen Ablensystemes ist der hier verwendete Zeilentransformator 29201-004.01 nicht mit dem Transformator der vergleichbaren Normalserie (z.B. Super Color 6022) kompatibel. Durch eine aufgebogene Metallnase am Sockel dieses Transformators ist eine Falschbestückung ausgeschlossen. Umgekehrt läßt sich allerdings der Zeilentransformator der Normalserie in das Inline-Chassis stecken. In diesem Fall fällt durch den veränderten Ablenkkreis die Zeilenablenkung aus - die Leuchtdiode 8 des Diagnose-Adapters leuchtet relativ schwach auf.

Von der Zeilenendstufe werden in die Ablenkwicklung $\diamond - \diamond$ positive Zeilenrückschlagimpulse mit einer Amplitude von 1300 Vss transformiert, die sich mit den modulierten Impulsen aus dem Diodenmodulator parallel zur Spule L 498 im Ablenkkreis überlagern. Beide Rückschlagimpulse liegen im Ablenkkreis in Serie, sind aber entgegengesetzt gerichtet und schwächen sich daher gegenseitig. Am oberen und unteren Bildrand haben diese Gegenimpulse aus dem Modulator die größte Amplitude (270 Vss). Die Gesamtrückschlagspannung im Ablenkkreis beträgt dann nur noch 1030 Vss, und der Ablenkstrom, der aus dieser Spannung resultiert, ist entsprechend klein (kleine Bildbreite). Zur Bildmitte hin nehmen die Modulatorgegenimpulse parabelförmig ab, und die Gesamtrückschlagspannung dadurch parabelförmig zu. In der Bildmitte herrscht die größte Gesamtrückschlagspannung und damit der größte Ablenkstrom und die größte Bildbreite.



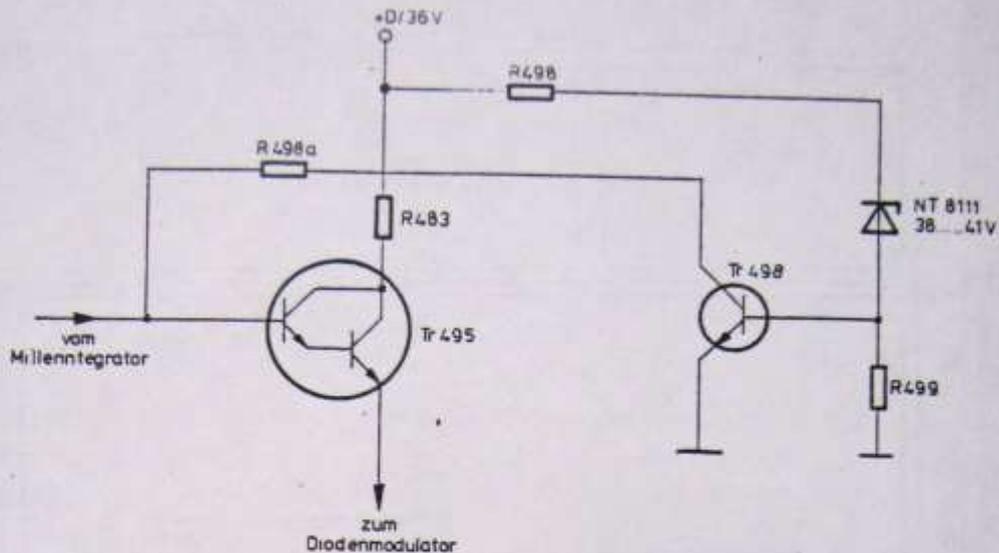
Die so modulierte Gesamtrückschlagspannung - Addition der Festimpulse aus der Endstufe (1300 Vss) mit den modulierten Impulsen aus dem Modulator (270 Vss) - läßt sich am Anschlußpunkt \diamond gegen Masse messen (Osz. 64).

Der durch die Gesamtrückschlagspannung entstehende Ablenkstrom fließt auf Grund der relativ hohen Impedanz nur zu einem Teil über die Spule L 498. Der Hauptstrom nimmt seinen Weg über den dazu parallel liegenden Nebenschluß im Ost/West-Modulator. Dieser führt alternierend je nach Bildhälfte einmal über die Diode Di 627 a und der Zeilentransformatorhilfswicklung $\diamond - \diamond$ bzw. über die Diode Di 627 und den +D-Ladepkondensator C 628.



d) Spannungsbegrenzer für +D

Der für die Stromversorgung der Vertikalendstufe vom Diodenmodulator aufzubringende Strom beträgt ca. 570 mA. Bei fehlender oder stark herabgesetzter Belastung (defekte Vertikalendstufe, fehlende Ansteuerung dieser Stufe, Servicestellung "Strich") würde die +D-Spannung normalerweise nur unwesentlich um ca. 15 % ansteigen. Da aber hier im besonderen Fall immer während der rechten Bildhälfte ein großer Teil des Ablenkstromes über den Ladekondensator C 628 fließt, und diesen entsprechend stark auflädt (während der restlichen Periode kann diese Spannung nicht mehr völlig abgebaut werden), würde die +D-Spannung ohne weitere Maßnahme auf über 50 V ansteigen. Um eine Gefährdung der Vertikalendstufe auszuschließen, wird diese Betriebsspannung mit Hilfe einer Schutzschaltung begrenzt.



Die Basis des npn-Transistors Tr 498 liegt über der Zenerdiode Di 498 und dem Widerstand R 498 an der zu begrenzenden +D-Spannung. Überschreitet die anliegende Gleichspannung dabei den Wert der Zenerspannung der Diode NT 8111 (38...41 V) um den Betrag der Basis-Emitter-Durchlaßspannung des Transistors BC 237 (ca. 0,7 V), dann schaltet die Kollektor-Emitterstrecke durch, und legt die Basis des Darlingtontransistors über den Widerstand R 498 a nach Masse. Der Ost-West-Modulator ist damit außer Betrieb gesetzt, der Ablenkstrom nimmt seinen Weg über die Brückenspule L 498 und die von beiden Dioden abgegebene Gleichspannung verhält sich wie in einer üblichen Gleichrichterschaltung. Im ungünstigsten Fall erreicht dann die + D-Spannung einen Wert von etwa 42 V. Der Widerstand R 498 dient dabei nicht nur als Strombegrenzung für die Zenerdiode, sondern zufolge seiner geringen Belastungsfähigkeit von 1/8 Watt auch als Sicherung für den Fall eines Kurzschlusses in dieser Diode.

Service: Abgleich des Ost/West-Modulators

Punkt 3 des Modulatorbausteines nach Masse kurzschließen und Spule L 498 (BrS) auf kleinste Zeilenbreite abgleichen. Kurzschluß beseitigen.

Mit Einstellregler OWP Phasenlage so einstellen, daß die senkrechten Linien am linken und rechten Bildrand gleichmäßig verlaufend entzerrt sind.

Mit Regler OWA die äußeren senkrechten Linien korrigieren, und abschließend mit Regler ZB die richtige Zeilenbreite einstellen.

Korrektur des Tangensfehlers

Neben der Einkopplung der dynamischen Konvergenzkorrektur zur Beseitigung der Deckungsfehler über das Hauptablenksystem, weist der Ablenkkreis noch einige weitere Besonderheiten auf. So liegt bei angeschlossenem Ost-West-Modulator in Serie mit dem eigentlichen S-Korrekturkondensator C 537 jetzt auch der Kondensator C 497 im Ablenkkreis. Der parabelförmige Spannungsabfall über diesen Kondensator trägt damit ebenfalls zur Kompensation des Tangensfehlers (Linearitätsverzeichnung durch den flachen Bildschirm) bei.

Da aber beide Kondensatoren von unterschiedlichen Anteilen des Ablenk- bzw. Modulationsstroms durchflossen werden, ist auch deren Einfluß in den einzelnen Bildteilen verschieden groß. Der Kondensator C 537 wirkt mehr am oberen und unteren Bildrand, während der Erdungskondensator des Ablenkkreises (C 497), der stärker dem Modulationsstrom zugeordnet ist, wieder eine verstärkte Regelwirkung in Bildmitte zeigt. Durch geeignete Dimensionierung beider Kapazitätswerte gelingt damit eine optimale Anpassung der S-Korrektur über die gesamte Bildhöhe.