

30W Linear on 23cm

Harke Smits, PA0HRK

Talinghof 11, NL-2623 NR Delft, Netherlands

Abstract: Two Mitsubishi M57762 linear modules can be combined with SAGE Wireline[®] to achieve a linear output of 30W when driven by a small 1W transverter.

Kurzfassung: Zwei Mitsubishi M57762 Leistungsmodul können, mit einer SAGE Wireline[®] kombiniert, eine Ausgangsleistung von 30W erreichen, wenn sie von einem 1W Transverter angesteuert werden.

Introduction

For my new 23 cm transverter (by DB6NT and DF9LN, refer to 1) I needed a new final amplifier stage. As I already had bought two modules (Mitsubishi M57762) a couple of years ago to be operated in parallel, the selection was quite obvious. In addition, one of them was already in operation for years without any problem though quite mistreated occasionally (oops, no antenna!). So the literature was studied, which revealed several options.

The UHF Unterlage [2] suggests several types of power splitters to combine two of these 23cm modules, but the constructions are quite bulky and were no partner for the tiny transverter.

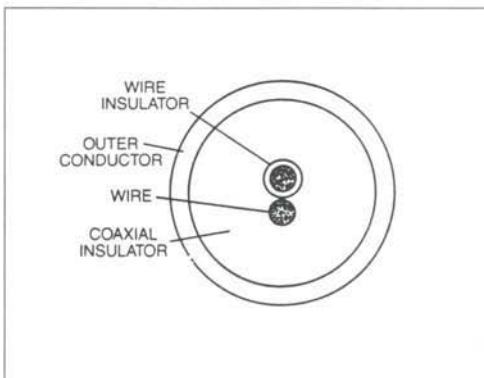
The DL1YBL design [3] uses small pieces of 75 Ohm coax (quarter wave) to construct the power splitters. The exact length of the pieces of coax is fairly critical and though the amplifiers are decoupled, any power reflected from load (antenna) or amplifiers will reach the source. However I was pleased by his simple and effective air borne construction.

After some puzzling I finally rediscovered the Sage Wireline[®] as I read a microwaves magazine. The Dutch representative was so kind to send me the required design data [4] and even some sam-

ples. These kind of products were already described back in 1982 in UHF Unterlage Teil III and in 1984 by DL1GBH [5], but as far as I know, no detailed amateur application was reported ever since.

Sage Wireline[®], what it is ...

Sage Wireline[®] looks like ordinary semi-rigid coax from the outside but it has two twisted wires inside, isolated from each other. The main inner isolation consists of PTFE ("teflon"). Refer to figure 1. A quarter wavelength of the line (e.g. HC1 and JC1) behaves as a three dB coupler (or power combiner/divider). The phase difference between the two outputs is about 90 degrees at a bandwidth of an octave. A highly appreciated feature is the isolation between the two outputs and the input. Any signal power reflected from an output will not reach the originating input but the fourth connection: the "isolated output". If this connection is properly terminated with 50 ohms the result is that the original input will be isolated from the two outputs. Refer to figure 2.



Figure/Abb. 1: Wireline

The useful frequency range of Sage wireline® is about from under 100 to above 3000 MHz but in principal there is no limit. The average power is about 200 Watts maximum for JC line which seems sufficient for most amateur applications.

Apart from HC1 and JC1 line there also exists a more broadband version (named HC2 and JC2) which has a coupling factor of 2,65 dB, but it will not be further described here.

Finally, Sage also delivers Wirepac, a more rigid version of Wireline and only available cut-to-length. It can handle much more power, but it is considerable more expensive and as a consequence is not very suitable for amateur use.

... and what you can do with it.

Before discussing my application it might be interesting to get familiar with some of the other applications of Sage Wireline.

If you cut a piece shorter than a quarter wavelength, you obtain a directional coupler. The coupling factor is determined by the electrical length at the operating frequency. For example, a piece of 19 mm (shield length) behaves as a 30 dB coupler at 50 MHz, to be used as a power monitor in an antenna line. A piece of 21 mm is a 20 dB coupler for two metres. This indicates that it is not very well possible to construct broadband couplers with a factor much higher than 3 dB.

Three-dB couplers, however, are most versatile. Low-loss, well-matched DC blocks can be made

of it by shorting the opposite side of each wire to ground and using the other side as input/output. These couplers can also be used in mixers and diplexers and, of course, to operate two 50 ohms gain blocks in parallel.

In Sage's documentation you can find a complete set of formula's to calculate the required length for a given application. They also provide a "Wireline and Wirepac parameter calculator" which is an extremely useful and time saving tool.

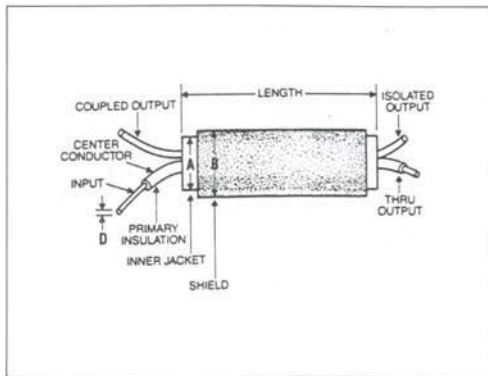
The "30 Watts on 23" amplifier.

The amplifier I designed is shown in figure 3. As the precise circuit around the M 57762 module is uncritical (as long as you take care of proper decoupling, grounding and use short lead length) it has only been drawn schematically. Details can be found in [2] and [3] as well as in the module's datasheet. Both the amplifiers are built inside one standard metal box (111*74*30 mm) as described by DL1YBL.

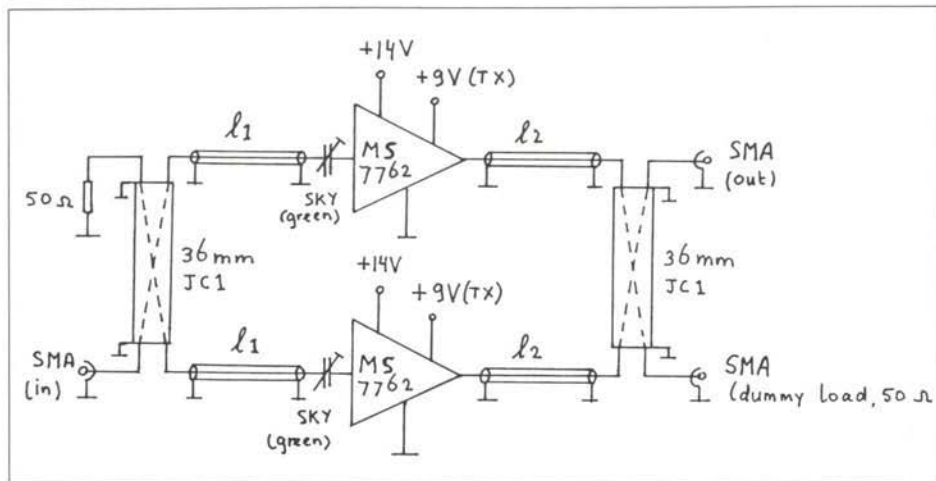
One of the reasons I strongly recommend to use JC1 line instead of HC1 is its robustness, i.e. larger diameter (3.7 mm versus 2.7 mm) and thicker wires (0.5 resp. 0.3 mm). Anyway, it is a delicate procedure to cut the line, to remove the copper shield at both ends (with a small pipe cutter e.g. model 103 of Ridgid) then to remove the teflon inner jacket with a scalpel and to remove the primary insulation of one of the wires.

The 23 cm couplers are 36 mm long (shield length) and soldered inside the box between the two modules at the sidewall. Three SMA connectors are mounted directly at the end of the couplers: one for the input, one for the output and one for the output dummy load. The input dummy load consists of a small pill shaped 50 ohms load good thru 12 GHz, because it rested in my junk box. Two 100 ohms chip resistors soldered in parallel will perform equally well. The dummy at the output will absorb all power if the antenna is disconnected, so use the big one at this place. Alternatively you can also use a 50 ohms RF power resistor screwed on the heatsink.

The precise length of the 50 ohm coax lines L1 and L2 is uncritical: as short as possible is fine. However, use exactly the same length for both the



Figure/Abb. 2: Wireline



Figure/Abb. 3: Circuit Diagram

input lines L1 and the output lines L2! L1 need not be equal to L2. Be sure to ground both ends of the lines.

It is an advantage to make both basic amplifier circuits exactly identical and to test them in advance before tying them up to the rest of the circuit (take notes: currents, power gain, input power etc.). Then insert L1 and L2 and the trimmers (Sky green). Apply a limited amount of power (some 50 mW) and observe output power. Maximise with trimmers. It should now be possible to get about the gain of a single amplifier again. In my case I measured a power gain of 18.7 dB with about 15 W output. With some more input power it is an easy job to get 30 Watts out.

The return loss at the input is measured as 14 dB (VSWR = 1.5). The datasheet specifies VSWR = 1.2 maximum at 300 MHz. It is not so easy to compare these figures because of the difference in frequency. However, good RF construction practices are strongly recommended. The insertion loss (specified as 0.3 dB maximum) could hardly be measured.

At 30 watts out the amplifier draws about 7 A at 13.8 V. This requires adequate heatsinking! Fellow amateurs report a clean linear signal which is in agreement with the curves from DL1YBL. Don't attempt to run more power in SSB as the signal will be heavily distorted (broad). However, in a

non-linear mode, 40 Watts can be squeezed out of the amplifier.

5. Conclusion.

When the hardware work is finished it is a matter of hours to complete the power amplifier. It is uncomplicated to work with these Wireline couplers yet they are very robust. The cost is several DM per cm, however connectorized couplers are much more expensive and tend to be bulky. A second amplifier has been build by a friend and works equally well.

Whether or not the 3+ dB cost is well worth the 3 dB increase of output power is for the reader to decide. Anyway, it was a nice technical experience.

Deutsche Version

Einführung

Für meinen neuen 23cm Transverter ([1]) brauchte ich einen Leistungsverstärker. Die Entscheidung fiel auf die Mitsubishi M57762 Module, von denen zwei gekoppelt werden sollten, um ca. 30W Ausgangsleistung zu erreichen. Einfache Parallelschaltung wurde als Methode verworfen.

In der UHF-Unterlage ([2]) fand ich Koppler, die allerdings mechanisch zu unförmig waren.

In einem Artikel von DL1YBL ([3]) werden Viertelwellen-Koppler mit 75Ω Leitungen beschrieben. Obwohl die Verstärker entkoppelt sind, werden jedoch keine Reflexionen absorbiert.

Nach einigem Grübeln entdeckte ich die SAGE Wireline[®] wieder, mit der man 90° Hybride bauen kann.

Zwar wurden diese schon früher beschrieben (UHF-Unterlage III, 1982 und von DL1GBH in [5]), aber eine Anwendung zur Kopplung von Leistungsverstärkern habe ich nicht gefunden.

Funktion der Sage Wireline[®]

Sage Wireline[®] besteht aus zwei verdrehten Leitungen eingebettet in ein Semirigid ähnliches Kabel mit Teflon-Isolation und festem Außenmantel. Eine Viertelwellenlänge wirkt wie ein 3dB Koppler mit 90° Phasenunterschied zwischen den Ausgängen. Die Bandbreite ist etwa eine Oktave. Die Ausgänge sind entkoppelt. Leistung, die von einem der Ausgänge reflektiert wird, wird in einem Abschlußwiderstand verbraucht, falls beide Ausgänge die gleiche Fehlanpassung aufweisen.

Der Frequenzbereich der Sage Wireline[®] beträgt ca. 100MHz...3000MHz. Die Dauerleistung beträgt 200W für die Type JC.

Anwendungen

Eine weitere Anwendung der Sage Wireline[®] sind Richtkoppler. Diese entstehen, wenn man die Länge kleiner als eine Viertelwellenlänge macht. Z.B hat man bei einer Länge von 19mm einen 30dB Koppler für 50MHz und bei 21mm Länge einen 20dB Koppler für 2m.

Die Hauptanwendung besteht jedoch in 3dB Kopplern, die zur Realisierung von gekoppelten Verstärkern benutzt werden.

Sage liefert eine ausführliche Dokumentation, um alle möglichen Anwendungsfälle zu berechnen.

30W, 23cm Leistungsverstärker

Das Schaltbild ist aus Abb.3 zu entnehmen. Details über die Konstruktion der einzelnen Stufen können den Publikationen in [2] und [3] entnommen werden.

Als Sage Wireline[®] Typ wird die Variante JC1 benutzt, da sie wesentlich stabiler und einfacher zu verarbeiten ist. Bei der Abisolierung des Mantels und der inneren Drähte muß größte Sorgfalt angewendet werden.

Die 23cm Koppler sind 36mm lang (Länge des Kupfermantels) und werden zwischen die Verstärker an eine Seitenwand gelötet. Drei SMA-Buchsen werden direkt auf das Ende des Kopplers gelötet. Eine dient als Eingang, die zweite als Ausgang und die dritte als Anschluß für die Ausgangs-Termination von 50Ω. Als Eingangs-Termination kann man zwei parallel geschaltete 100Ω Chip-Widerstände nehmen. Die Ausgangslast muß 25W vertragen können, da sie die gesamte Leistung aufnimmt, falls die Antenne abgezogen wird.

Die Länge der 50Ω-Leitungen L1 und L2 ist unkritisch, ihre Länge muß nur jeweils gleich sein.

Es macht Sinn, die Einzel-Verstärker identisch zu bauen und vorher zu testen. Nach dem Einbau wird ca. 50mW Steuerleistung angelegt und die Trimmer am Eingang auf maximale Summenleistung abgestimmt. Die Verstärkung der Doppelstufe sollte genauso groß wie die der Einzelstufe sein. Ich habe eine Verstärkung von 18,7dB bei 15W Ausgangsleistung gemessen. Bei einer Steuerleistung von 1W kann man 30W Ausgangsleistung erreichen.

Die Eingangsrückflußdämpfung ist 14dB (VSWR=1,5). Die Einfügedämpfung ist kleiner als 0,3dB.

Bei 30W ziehen die Verstärker 7A bei 13,8V. Der Kühlkörper darf nicht zu klein sein. Das Signal wird als sauber beurteilt. Mehr als 30W sollten nicht in SSB gemacht werden. Wenn man die Leistung ausquetscht, kann man 40W in CW erreichen.

Schlußbemerkung

Der Verstärker kann in wenigen Stunden aufgebaut werden, wenn man mal die Einzel-Verstärker fertig hat. Die Kosten für die Sage Wireline[®] betragen wenige DM pro cm, so daß die Gesamtkosten im Vergleich zu kommerziellen Kopplern sehr gering sind.

6. Acknowledgements

I have to thank the Dutch representative (Semi Dice International, Wormerveer) for providing me with some samples.

7. Literatur

1. Michael Kuhne (DB6NT) and Uwe Nitschke (DF9LN), "23 cm Linear Transverter", DUBUS 4/1992.

2. UHF Unterlage Teil V, D.5.2.7. THV23-1/30, "Zwei THV23-0.5/15 auf 30 Watt addiert".

3. Joachim Berns (DL1YBL), "Linearverstärker für das 24/23 cm Band mit dem Modul M57762", UKW Berichte 4/88.

4. Sage Laboratories Inc, "Designers Guide to Wireline & Wirepac".

5. Harald Braubach (DL1GBH), "Richtkoppler - massgeschneidert", UKW Berichte 3/84.

The author can be contacted via packet (PA0HRK @ P18VNW)

DJ9BV Powermeter PCB Available

Because of many requests a second production of the PCB of the DJ9BV power meter published in DUBUS Technik III, pp. 80-95, is available now in limited quantities. The professional PCB, double-sided with plated through holes is drilled and measures 95x170mm. Price is DM 40,- prepaid by EURO-cheque or cash inside Europe. Outside Europe please send US\$30.00.

DJ9BV Wattmeter Platine

Wegen vieler Nachfragen gibt es nun eine zweite, begrenzte Auflage der Platine des DJ9BV Wattmeters aus DUBUS Technik III, S. 80-95. Die professionelle Platine ist doppelseitig, mit galvanisierten Durchkontaktierungen, gebohrt bzw. gefräst und verzinkt. Die Abmessungen sind 95x170mm. Bestellung nur per Vorkasse von DM 40,- auf das DUBUS Postscheckkonto (Siehe S. 3) oder per Euro-Scheck an den Verlag. Bitte Ihre Adresse genau angeben.

TECHNIK III

**Antennas - Filters & Waveguides - Measuring Equipment - Oscillators -
Preamps & Receivers - Transmitters & Transverters**

Es enthält eine Selektion von technischen Artikeln aus der DUBUS von 1986 bis 1991. Der Umfang beträgt 387 Seiten. Das Buch ist zweisprachig (Deutsch/Englisch) und der Preis beträgt DM 30,- inclusive Porto und Verpackung. Bitte zahlen Sie im voraus auf unser Postscheckkonto oder mit Euro-Scheck. Bitte Adresse genau angeben.

The new TECHNIK III contains 387 pages of reprints from DUBUS technical articles from 1986 to 1991. It's fully bilingual (German/English) and the price is DM 30,- but outside of Europe 25.00 US\$ including postage (Add DM13,- or US\$ 9.00 for Air Mail). Please order prepaid by transfer to our postgiro account (See 1st page) or in cash to DUBUS Verlag.