

A simple solution for a PANFI

Arie Dogterom, PA0EZ

The articles of DJ9BV/DF7VX in DUBUS 2/90 on noise factor measurements are very good and the construction article would urge me to start construction, if I had not already finished another construction, which in my case solves the problem easily. I therefore give some details suggesting a simple solution.

The main problem, when I was thinking about the construction of a PANFI, was the linearity of the (power)-detector. After several experiments with video detector IC's which appeared not to be linear enough, I looked around in the shack and saw my bolometer. This meter has a very good precision in relative power measurements and even has a good dB scale. This led me to a rather simple construction. The main component of my PANFI is a gain controlled 29 MHz amplifier. I used a series of Dual-Gate-MOSFET's BF900 with a high current JFET in the final stage. The amplifier has a saturation level of 10 dBm and drives the bolometer and the averaging AGC-detector. The output level has not to be higher than 10 dBm for protection of the bolometer.

The AGC threshold is set to such a value that the basic noise (With noise source in state OFF) produces an indicated power of -15 dBm. Therefore a 'Headroom' of 25 dB remains before the system gets nonlinear. A lower threshold value may be even better but then I get problems with temperature drift of the bolometer.

The gating circuit not only drives the AGC Sample&Hold but it gates the output to the bolometer as well. This is necessary due to the fact that my BAT31 noise source produces frequency dependent noise peaks

at that moment the current is switched to and from the nominal 15 mA. The reason is the high noise output power of the BAT31 at low frequency which can be seen from the data sheet.

The gating has five phases:

T1 - T2	Source OFF,	Sample AGC Level,	Disconnected Bolometer
T2 - T3	Source ON,	AGC HOLD,	Disconnected Bolometer
T3 - T4	Source ON,	AGC Hold,	Connected Bolometer
T4 - T5	Source OFF,	AGC Hold,	Disconnect Bolometer

The bolometer receives 'blocks' with 25 percent duty cycle and will average the incident power thus indicating 6 dB less than the real peak output level of the IF-amplifier. This has no influence on the measurement accuracy as long as the repetition frequency of the gating is high in comparison to the thermal time constant of the bolometer. The bolometer therefore indicates exactly the ratio of noise powers during noise source in state OFF (the -15 dBm reference level) and noise source in state ON, or in other words the Y-Factor. With knowledge of the ENR of the noise source a simple calculation on a pocket calculator will give the noise figure.

The problem of the switching transients at low frequencies of noise diode like the BAT31 has not yet been mentioned in articles which have been published in amateur magazines. I have checked a professional noise source from HP and have observed the same type of switching transients also. By the way, I have also found, that the HP source does not like to be switched with a high repetition frequency. Probably the voltage-current regulator built in has a large time constant. This has to be taken into account if one wants to calibrate its home built instrument with such a professional noise source.

I will not give the exact details of the electronics as I did not utilize a printed circuit and have used components from the junk box. The main aspects of a good construction are good screening of the high gain amplifier and a good choice of the time constants in the AGC circuit. For the gates I have used switching MOSFET's like BSV81. The main error source apart from the precision of the bolometer is the AGC control. As my AGC circuit is not able to keep the OFF level constant within less than 0.1 dB for all different converters which may have more than 20 dB variation in gain I have used a variable threshold in the AGC-detector for fine setting the OFF level at the bolometer. If during alignment of the DUT the gain variation is large this threshold has to be changed. This can be easily checked by pressing a button which cuts off the drive to the noise source. Then I can observe the reference level on the instrument and readjust again. The advantage of my solution is that the components of my PANFI are very simple and can be constructed by 'normal' amateurs. The precision will be determined by the noise source calibration and the relative bolometer accuracy.

The only problem which did appear sometimes in my setup where erratic indications of Y-factor on the bolometer. I thought the preamp should be oscillating but it turned out that my neighbour, PA0AAC, was transmitting on the 29 MHz band at those times.

Deutsch: Die Artikel von DJ9BV/DF7VX in der DUBUS 2/90 über ein Rauschzahlmeßgerät sind sehr gut und ich würde sofort mit dem Nachbau angefangen haben, wenn ich nicht schon vorher eine einfachere Lösung für mich realisiert hätte.

Das Hauptproblem eines PANFI's ist die Konstruktion eines linearen Leistungsdetektors auf der ZF. Nach einigen Experimenten mit Videodetektoren, die sich alle als nicht linear genug erwiesen, fiel mein Blick auf mein HF-mW-Meter (Bolometer) in meinem Shack. Dieses Gerät hat eine sehr gute Linearität und auch eine große dB-Skala. Das führte mich zu einer relativ einfachen Konstruktion. Die Hauptkomponente meines PANFI's ist ein 29 MHz Verstärker, der mit BF900 bestückt ist und in der Verstärkung geregelt

werden kann. In der Endstufe sitzt ein Hochstrom-JFET, der bis zu einer Sättigungsleistung von 10 dBm arbeitet. Das dient zum Schutz für das Bolometer. Weiterhin ist ein Mittelwert-AGC-Detektor eingebaut.

Die Schwelle für den AGC-Einsatz wird nun so eingestellt, daß das Rauschen des Systems, wenn die Rauschquelle abgeschaltet ist, einen Anzeigewert von -15 dBm am Bolometer erzeugt. Für die Rauschleistung mit eingeschalteter Rauschquelle bleibt dann eine Dynamik von 25 dB. Eine kleinere Schwelle wäre noch wünschenswerter, aber dann bekommt man Probleme mit der Temperaturdrift des Bolometers.

Eine TAKTSCHALTUNG sorgt dafür, daß einerseits die Rauschquelle ein- und ausgeschaltet wird und andererseits der Ausgang der ZF nur zu bestimmten Intervallen im Schaltzyklus an das Bolometer und die AGC-Schaltung freigegeben wird. Der Grund ist, daß die BAT-31 große Rauschleistungsspitzen im Niederfrequenzbereich abgibt, wenn sie von AUS auf EIN schaltet. Das kann man auch im Datenblatt erkennen, wo der Frequenzgang der Rauschleistung dargestellt wird. Dieser hat ein Maximum für niedrige Frequenzen.

Der Systemtakt hat fünf Phasen:

T1 - T2	Quelle AUS	AGC-Detektor Abtasten	Bolometer nicht verbunden
T2 - T3	Quelle EIN	AGC-Detektor Speichern	Bolometer nicht verbunden
T3 - T4	Quelle EIN	AGC-Detektor Speichern	Bolometer verbunden
T4 - T5	Quelle AUS	AGC-Detektor Speichern	Bolometer nicht verbunden

Das Bolometer bekommt nun 'Blöcke' der Rauschleistung mit 25% Einschaltdauer und bildet daraus den Mittelwert, der 6 dB unter dem Spitzenwert liegt. Das funktioniert, solange die thermische Zeitkonstante des Bolometers wesentlich größer als die Takt-dauer ist. Das Bolometer zeigt folglich exakt den Y-Faktor an, d.h. das Verhältnis der Rauschleistungen des Systems mit der Rauschquelle im Ein- und AUS-Zustand. Wenn man nun die ENR der Quelle kennt, braucht nur mit einem Taschenrechner die Rauschzahl auszurechnen.

Das Problem der Schaltspitzen von Rauschquellen ist meines Wissens noch nicht in der Amateurliteratur veröffentlicht worden. Bei einer kommerziellen Quelle von HP habe ich die gleichen Effekte beobachtet. Übrigens 'mögen' die Quellen von HP keine großen Schaltraten. Daher ist Vorsicht angebracht, wenn man damit seinen selbstgebaute PANFI eichen will.

Die exakten Details meiner Schaltung sind nicht Gegenstand dieses Artikels, da es keine Platinen gibt und die Teile aus der Bastelkiste kommen. Wichtig sind die gute Abschirmung der ZF-Stufen und die Wahl der passenden Zeitkonstanten für die AGC-Schaltung. Für die Schalter habe ich BSV81 MOSFET's genommen. Die Hauptfehlerquelle ist neben der Ungenauigkeit des Bolometers die Ungenauigkeit der AGC-Schaltung. Da meine Schaltung nicht die Einhaltung des OFF-Pegels auf besser als 0,1 dB über einen größeren Verstärkungsbereich der DUT's leistet, habe ich eine 'SET REFERENZ' Taste eingebaut. Damit wird im Betrieb die Ansteuerung der Rauschquelle unterbrochen und ich kann den Referenzpegel von nominell -15 dBm nachstellen oder kontrollieren. Die Vorzüge meines PANFI's sind die einfache Schaltung und daß er auch von 'normalen' Amateuren konstruiert werden kann. Die Genauigkeit hängt nur von der ENR-Kalibration und der Genauigkeit des Bolometers ab.

Das einzige Problem., was einmal auftauchte, waren unregelmäßige Schwankungen der Anzeige. Ich dachte, der Vorverstärker würde schwingen, aber die Ursache waren Aussendungen meines Nachbarn, PA0AAC, auf dem 10 m Band.