



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00783

(22) Data de depozit: 15/12/2021

(41) Data publicării cererii:
30/05/2022 BOPI nr. 5/2022

(71) Solicitant:
• RUS ADRIAN IOAN, STR.FERMEI, NR.11,
SĂFTICA, BALOTEȘTI, IF, RO

(72) Inventatori:
• RUS ADRIAN IOAN, STR.FERMEI, NR.11,
SĂFTICA, BALOTEȘTI, IF, RO

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, 011882, BUCUREȘTI

Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenele depuse conform art.35
alin.(20) din HG nr.547/2008

(54) METODĂ DE CALIBRARE A INSTRUMENTELOR DE
MĂSURĂ CU DOUĂ CANALE ȘI CORELAȚIE CARE
ELIMINĂ/COMPENSEAZĂ ARTIFACTELE ACESTORA

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de calibrare a instrumentelor de măsură cu două canale și corelație. Metoda, conform invenției, cuprinde introducerea unui atenuator variabil între dispozitivul testat și instrumentul de măsură, și fie se injectează în instrument o energie de temperatură variabilă și corelată între cele două canale și se variază temperatura energiei injectate până când măsurătorile succesive făcute pentru orice valori diferite ale atenuării dintre dispozitivul testat și instrument returnează același rezultat, fie se injectează în instrument o energie de temperatură fixă și corelată între cele două canale și se variază temperatura echivalentă a energiei anti-corelate a instrumentului de măsură până când măsurătorile succesive făcute pentru orice valori diferite ale atenuării dintre dispozitivul testat și instrument returnează același rezultat.

Revendicări inițiale: 7
Revendicări amendate: 7
Figuri: 2

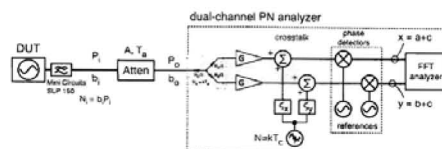


Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2021 0783
Data depozit 15-12-2021

24

1

Titlu: **Metoda de calibrare a instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie care elimina/compenseaza artefactele acestora.**

Inventia se refera la o metoda de calibrare a instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie care elimina/compenseaza artefactele acestora

Stadiul tehnicii:

Este cunoscut faptul ca splitterele folosite la impartirea purtatoarei marimii de masurat in doua canale independente, introduc in acestea o energie anti-corelata [a se vedea articolul Cross-spectrum Measurement of Thermal-noise Limited Oscillators publicat de Archita Hati si David A Howe in Review of Scientific Instruments in Decembrie 2015], energie anti-corelata egala cu kT_s/P unde k = constanta lui Boltzman, T_s = temperatura la care se afla splitterul exprimata in grade Kelvin si P = puterea purtatoarei marimii de masurat, exprimata in Watt.

Este cunoscut faptul ca in afara de energia anti-corelata introdusa de splitter, si partea digitala de masura [formata din convertorul analog numeric ADC sau detectorul de faza si respectiv corelatorul digital] introduce o energie anti-corelata [a se vedea articolul "Artifacts and errors in cross-spectrum phase noise measurements" publicat la data 19 August 2020 de Yannick Gruson, Adrian Rus, Ulrich L Rohde, Alexander Roth si Enrico Rubiola] energie egala cu kT_c/P_c unde T_c este temperatura echivalenta a acestei energii anti-corelate introduse de partea digitala de masura, exprimata in grade Kelvin si P_c este puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea in ADC/detectorul de faza, exprimata in watt.

Este cunoscuta o metoda de compensare partiala si a numai energiei anti-corelate introdusa de splitter, prin modificarea fizica a splitterului [a se vedea articolul National Institute of Standards and Technology NIST "Power Splitter Thermal Noise Correlations in Cross-spectrum Noise Measurements" publicat de Archita Hati, Craig W. Nelson si David. A. Howe].

Este cunoscuta metoda de compensare partiala si a numai energiei anti-corelate introduse de splitter, prin scufundarea splitterului in azot lichid [a se vedea articolul National Institute of Standards and Technology NIST "Cross-spectrum noise measurements at 4K to minimize power-splitter anti-correlation effect" publicat de Archita Hati, Craig W. Nelson, David Pappas si David A. Howe].

Plecand de la ecuatia

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i + \frac{k(1 - A_a^2)T_a}{A_a^2 P_i} - \frac{k(T_s + T_c)}{A_a^2 P_i} \right| \#(1)$$

din articolul "Artifacts and errors in cross-spectrum phase noise measurements", in principiu, compensarea artefactelor se poate face "simplu", prin adunarea la rezultatul masuratorii a unei marimi egale cu $\frac{k(T_s + T_c)}{A_a^2 P_i}$, respectiv prin scaderea din rezultatul masuratorii a unei marimi egale cu $\frac{k(1 - A_a^2)T_a}{A_a^2 P_i}$.

Valorile T_a , T_s si T_c pot fi estimate sau pot fi intuite. Problema este ca aplicand aceste corectii asupra rezultatului masurarii, nimeni nu stie daca ele [corectiile] sunt corecte, sau sunt supra-compensari sau sub-compensari [compensari partiale] ale artifactelor instrumentului de masura.

Metoda de verificare a corectitudinii compensarii artifactelor instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie foloseste un atenuator variabil introdus intre dispozitivul masurat [DUT - Device Under Test] si splitter.

Pentru a ajunge la metoda, prelucram ecuatia (1) care poate fi scrisa ca:

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i + \frac{kT_a - kA_a^2 T_a - kT_s - kT_c}{A_a^2 P_i} \right| \#$$

sau

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i - \frac{kA_a^2 T_a - k(T_a - T_s - T_c)}{A_a^2 P_i} \right| \#(1')$$

Si observam ca daca reusim sa facem $(T_a - T_s - T_c) = 0$, atunci estimarea marimii masurate \widehat{b}_0 devine:

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i - \frac{kT_a}{P_i} \right| \quad (1'')$$

Adica, in momentul in care compensarea artifactelor introduse de atenuator, splitter si partea de prelucrare digitala este corecta si completa, rezultatul masurarii devine independent de valoarea atenuarii introduse de atenuator. Asta e esenta inventiei.

⇒ Metoda este de verificare a corectitudinii compensarii = aplicarea corectiilor de asemenea "intensitate"/magnitudine, care face ca rezultatele masurarii pentru diferite valori ale atenuarii introduse intre DUT si splitter, sa ramana neschimbate/constante.

Chiar si dupa aplicarea metodei de corectie si verificare a corectitudinii corectiei, marimea masurata este in continuare sub-evaluata cu termenul kT_a/P_i , dar acest termen poate fi compensat fara verificare, avand in vedere ca toti parametrii lui sunt cunoscuti: T_a = temperatura atenuatorului si P_i este puterea purtatoarei DUT, exprimata in Watt. => compensarea acestui termen se face in orb, fara verificare.

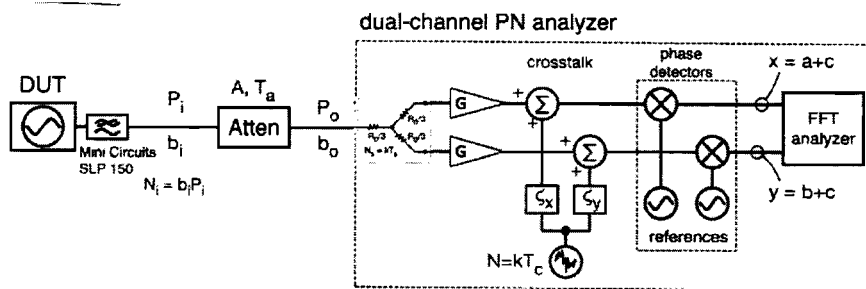
Descriem in continuare metodele de rezolvare a ecuatiei $(T_a - T_s - T_c) = 0$, identificate.

Am identificat 3 metode pentru a face $(T_a - T_s - T_c) = 0$ in lumea reala/fizica si o a patra, in software.

A. Metode fizice:

1. Incalzim T_a pana cand $T_a - T_s - T_c = 0$. Este nefezabil practic, avand in vedere ca din experimente a rezultat ca pentru instrumentele de masura a zgomotului de faza existente, trebuie sa incalzim T_a cu peste 150 grade Celsius

2. Injectam in instrument o energie de temperatura T_L , variabila si corelata intre cele doua canale si ii modificam valoarea, pana cand se obtine conditia $(T_a - T_s - T_c + T_L) = 0$, adica pana cand masuratorile succesive facute cu valori diferite ale atenuarii dintre DUT si splitter, returneaza acelasi rezultat.
3. Injectam in instrument o energie de temperatura T_L , fixa si corelata intre cele doua canale si gasim o metoda sa variem T_c . Aceasta metoda este fezabila, pentru ca in formula [1] T_c este T_c vazut la limitele splitterului. Introducand intre fiecare din iesirile splitterului si fiecare din intrarile ADC/detectorului de faza a cate un amplificator cu castig G [unde G este exprimat ca raport de tensiuni], ca in figura urmatoare



T_c la limita splitterului devine T_c/G^2 , iar conditia $(T_a - T_s - T_c + T_L = 0)$, devine $(T_a - T_s - T_c/G^2 + T_L = 0)$.

Splitterele rezistive sunt singurele splittere cunoscute care pe langa energia anti-corelata pe care o introduc in cele doua iesiri, din cauza izolarii reduse intre cele doua iesiri, permit scurgerea [leakage] corelata a energiei de la iesirea unui canal, in celalalt. Pentru o configuratie/topologie data, aceasta energie corelata are o valoare fixa.

De aceea, prin folosirea unui splitter rezistiv ne aflam in cazul metodei 3. Indeplinirea conditiei $(T_a - T_s - T_c/G^2 + T_L = 0)$ se face prin varierea G pana cand rezultatele masuratorilor succesive sunt identice, indiferent de valoarea atenuarii introduse de atenuatorul dintre DUT si splitter.

Algoritmul de calibrare:

1. Se stabileste arbitrar o valoare G a amplificarii celor 2 amplificatoare
2. Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectorilor de faza sa fie puterea maxim permisa si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul PN1
3. Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectorilor de faza sa fie puterea minim masurabila si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul PN2
4. Daca $PN1 < PN2$ se micsoreaza G si se reia de la pct 2.
5. Daca $PN1 > PN2$, se maresta G si se reia de la pct 2.
6. Se repeta pana cand $PN1 = PN2$. In acel moment, artifactele introduse de splitter si de partea digitala de masura sunt corect si complet eliminate/compensate.

7. Se executa masuratori pastrand G determinat mai sus.

Este posibila gasirea unei metode prin care termenul $-kT_a/P_i$ sa poata fi compensat in lumea reala/fizica.

B. Metoda software

4. Compensarea artifactelor in software. Compensare in software are avantajul ca se poate realiza fara a fi necesara modificarea fizica a schemei/topologiei instrumentului de masura. Se aplica oricarui instrument existent, asa cum a fost el conceput de producator!

Algoritmul de calibrare devine:

1. Se stabileste arbitrar o valoare T_{cc} [T corelator pt compensare] in grade Kelvin
2. Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei la intrarea ADC/dectoarelor de faza sa fie puterea maxim permisa si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul $PN1$. Se calculeaza kT_{cc}/P_x , unde P_x este puterea maxim permisa si se aduna in software la $PN1$. Notam rezultatul $PN1'$
3. Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei la intrarea ADC/dectoarelor de faza sa fie puterea minim masurabila si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul $PN2$. Se calculeaza kT_{cc}/P_y , unde P_y este puterea minim masurabila si se aduna in software la $PN2$. Notam rezultatul $PN2'$
4. Daca $PN1' < PN2'$, micoram T_{cc} si se reia de la pct 2
5. Daca $PN1' > PN2'$, marim T_{cc} si se reia de la pct 2
8. Se repeta pana cand $PN1' = PN2'$. In acel moment, artifactele introduse de splitter [T_s] si de partea digitala de masura [T_c] sunt corect si complet eliminate/compensate.
9. Se executa masuratori, pastrand valoarea T_{cc} determinata anterior.

In software se poate compensa si termenul $-kT_a/P_i$ prin simpla adunare la rezultat a kT_a/P_i .

In Figura 1 sunt prezentate rezultatele experimentale obtinute. Compensarea este analogică/fundamentală, folosind un splitter rezistiv. Pe abscisa sunt valorile atenuarii in dB iar pe ordonata sunt valorile masurate ale zgomotului de faza, exprimate in $dBrad^2/Hz$.

In Figura 2 este prezentata o schema tipica de aparat de masurare a zgomotului de faza, modificata prin introducerea a doua amplificatoare intre fiecare dintre cele doua iesiri ale splitterului si fiecare dintre cele doua intrari ale ADC/comparatoarelor de faza.

REVENDICARI

1. Metoda de calibrare si verificare a corectitudinii compensarii artifactelor instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie caracterizata prin aceea ca se introduce un atenuator variabil intre echipamentul ai carui parametri se masoara DUT [Device Under Test] si splitter.

2. Metoda conform revendicarii 1 in care atenuatorului i se creste temperatura T_a .

3. Metoda conform revendicarii 1 in care se injecteaza in instrument o energie de temperatura T_L , variabila si corelata intre cele doua canale si careia i se modifica valoarea, pana cand se obtine conditia

$$(T_a - T_s - T_c + T_L) = 0$$

4. Metoda conform revendicarii 1 in care se injecteaza in instrument o energie de temperatura T_L , fixa si corelata intre cele doua canale si se foloseste o metoda pentru variatia T_c prin introducerea a cate unui amplificator cu castig G [unde G este exprimat ca raport de tensiuni] intre fiecare din cele doua iesiri ale splitterului si fiecare din cele doua intrari ale convertorului analog numeric (ADC)/detectoarelor de faza al instrumentului.

5. Metoda conform revendicarii 1 in care in care compensarea artifactelor se face prin metoda fizica de calibrare urmand urmatoorii pasi:

-Se stabileste arbitrar o valoare G a amplificarii fiecaruia din cele 2 amplificatoare

-Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei marimii masurate de la intrarea ADC/ detectoarelor de faza al instrumentului sa fie puterea maxim permisa si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul PN1

-Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei marimii masurate de la intrarea ADC/ detectoarelor de faza al instrumentului sa fie puterea minim masurabila si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul PN2

-Daca $PN1 < PN2$ se micsoreaza G si se reia de la pct 2.

-Daca $PN1 > PN2$, se mareste G si se reia de la pct 2.

-Se repeta pana cand $PN1 = PN2$. In acel moment, artifactele introduse de splitter si de partea digitala de masura sunt corect si complet eliminate/compensate.

-Se executa masuratori pastrand G determinat mai sus.

6. Metoda conform revendicarii 1 in care compensarea artifactelor se face prin metoda software de calibrare urmand urmatoorii pasi:

-Se stabileste arbitrar o valoare T_{cc} [T corelator pt compensare] exprimata in grade Kelvin;

-Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei marimii masurate la intrarea ADC/ detectoarelor de faza sa fie puterea maxim permisa si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul PN1.

6

- Se calculeaza kT_{cc}/P_x , unde P_x este puterea maxim permisa si se aduna in software la $PN1$. Notam rezultatul $PN1'$

-Se manevreaza atenuatorul, astfel incat puterea purtatoarei marimii masurate la intrarea ADC/ detectoarelor de faza sa fie puterea minim masurabila si se face o masuratoare. Se noteaza rezultatul $PN2$. Se calculeaza kT_{cs}/P_y , unde P_y este puterea minim masurabila si se aduna in software la $PN2$. Notam rezultatul $PN2'$

- Daca $PN1' < PN2'$, micoram T_{cc} si se reia de la pct 2

- Daca $PN1' > PN2'$, marim T_{cc} si se reia de la pct 2

-Se repeta pana cand $PN1' = PN2'$. In acel moment, artifactele introduse de splitter $[T_s]$ si de partea digitala de masura $[T_c]$ sunt corect si complet eliminate/compensate.

-Se executa masuratori, pastrand valoarea T_{cc} determinata anterior.

7. Metoda conform revendicarii 6 in care compensarea termenului $-\frac{kT_a}{P_i}$ se face in software prin adunarea la valoarea masurata a unei valori de compensare egala cu kT_a/P_i , unde k = constanta lui Boltzmann, T_a este temperatura la care se afla atenuatorul, exprimata in grade Kelvin, iar P_i este puterea purtatoarei marimii masurate, generata de DUT, exprimata in Watt .

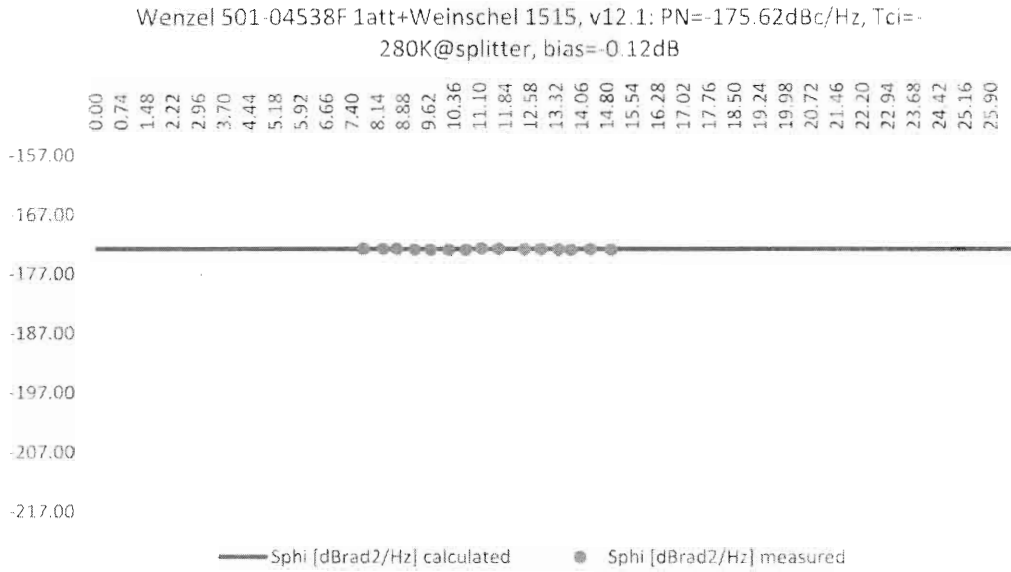


Fig. 1

Rezultate experimentale obtinute. Compensarea analogică/fundamentală a artifactelor folosind un splitter rezistiv.

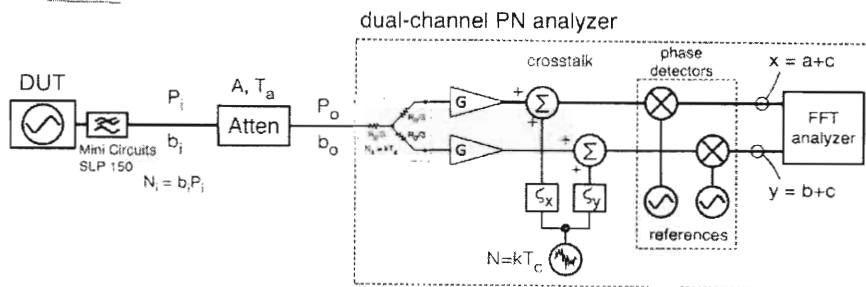


Fig. 2

Titlu: **Metoda de calibrare a instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie care elimina/compenseaza artefactele acestora.**

Inventia se refera la o metoda de calibrare a instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie care elimina/compenseaza artefactele acestora

Stadiul tehnicii:

Este cunoscut faptul ca splitterele folosite la impartirea purtatoarei marimii de masurat in doua canale independente, introduc in acestea o energie anti-corelata [a se vedea articolul Cross-spectrum Measurement of Thermal-noise Limited Oscillators publicat de Archita Hati si David A Howe in Review of Scientific Instruments in Decembrie 2015], energie anti-corelata egala cu kT_s/P unde k = constanta lui Boltzman, T_s = temperatura la care se afla splitterul exprimata in grade Kelvin si P = puterea purtatoarei marimii de masurat, exprimata in Watt.

Este cunoscut faptul ca in afara de energia anti-corelata introdusa de splitter, si partea digitala de masura [formata din convertorul analog numeric ADC sau detectorul de faza si respectiv corelatorul digital] introduce o energie anti-corelata [a se vedea articolul "Artifacts and errors in cross-spectrum phase noise measurements" publicat la data 19 August 2020 de Yannick Gruson, Adrian Rus, Ulrich L Rohde, Alexander Roth si Enrico Rubiola] energie egala cu kT_c/P_c unde T_c este temperatura echivalenta a acestei energii anti-corelate introduse de partea digitala de masura, exprimata in grade Kelvin si P_c este puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea in ADC/detectorul de faza, exprimata in watt.

Este cunoscuta o metoda de compensare partiala si a numai energiei anti-corelate introdusa de splitter, prin modificarea fizica a splitterului [a se vedea articolul National Institute of Standards and Technology NIST "Power Splitter Thermal Noise Correlations in Cross-spectrum Noise Measurements" publicat de Archita Hati, Craig W. Nelson si David. A. Howe].

Este cunoscuta metoda de compensare partiala si a numai energiei anti-corelate introduse de splitter, prin scufundarea splitterului in azot lichid [a se vedea articolul National Institute of Standards and Technology NIST "Cross-spectrum noise measurements at 4K to minimize power-splitter anti-correlation effect" publicat de Archita Hati, Craig W. Nelson, David Pappas si David A. Howe].

Plecand de la ecuatia

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i + \frac{k(1 - A_a^2)T_a}{A_a^2 P_i} - \frac{k(T_s + T_c)}{A_a^2 P_i} \right| \#(1)$$

In care:

DUT=echipamentul testat/masurat

\widehat{b}_0 = estimatorul zgomotului alb la iesirea atenuatorului

b_i = zgomotul alb al DUT

A = atenuarea atenuatorului, exprimata ca raport de tensiuni

K = constanta lui Boltzmann

P_i = puterea purtatoarei marimii de masurat, a DUT, [Watt]

T_a = temperatura atenuatorului, exprimata in grade Kelvin

T_s = temperatura splitterului, exprimata in grade Kelvin

T_c = temperatura echivalenta a energiei anti-corelate a instrumentului de masura,

din articolul "Artifacts and errors in cross-spectrum phase noise measurements", in principiu, compensarea artifactelor se poate face "simplu", prin adunarea la rezultatul masuratorii a unei marimi egale cu $\frac{k(T_s+T_c)}{A_a^2 P_i}$, respectiv prin scaderea din rezultatul masuratorii a unei marimi egale cu $\frac{k(1-A_a^2)T_a}{A_a^2 P_i}$.

Valorile T_a , T_s si T_c pot fi estimate sau pot fi intuite. Problema este ca aplicand aceste corectii asupra rezultatului masuratorii, nimeni nu stie daca ele [corectiile] sunt corecte, sau sunt supra-compensari sau sub-compensari [compensari parțiale] ale artifactelor instrumentului de masura.

Metoda de verificare a corectitudinii compensarii artifactelor instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie foloseste un atenuator variabil introdus intre dispozitivul masurat [DUT - Device Under Test] si splitter.

Pentru a ajunge la metoda, prelucram ecuatia (1) care poate fi scrisa ca:

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i + \frac{kT_a - kA_a^2 T_a - kT_s - kT_c}{A_a^2 P_i} \right| \#$$

sau

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i - \frac{kA_a^2 T_a - k(T_a - T_s - T_c)}{A_a^2 P_i} \right| \#(1')$$

Si observam ca daca reusim sa facem $(T_a - T_s - T_c) = 0$, atunci estimarea marimii masurate \widehat{b}_0 devine:

$$\widehat{b}_0 = \left| b_i - \frac{kT_a}{P_i} \right| \quad (1'')$$

Adica, in momentul in care compensarea artifactelor introduse de atenuator, splitter si partea de prelucrare digitala este corecta si completa, rezultatul masuratorii devine independent de valoarea atenuarii introduse de atenuator. Asta e esenta inventiei.

⇒ Metoda este de verificare a corectitudinii compensarii = aplicarea corectiilor de asemenea "intensitate"/magnitudine, care face ca rezultatele masuratorilor pentru diferite valori ale atenuarii introduse intre DUT si splitter, sa ramana neschimbate/constante.

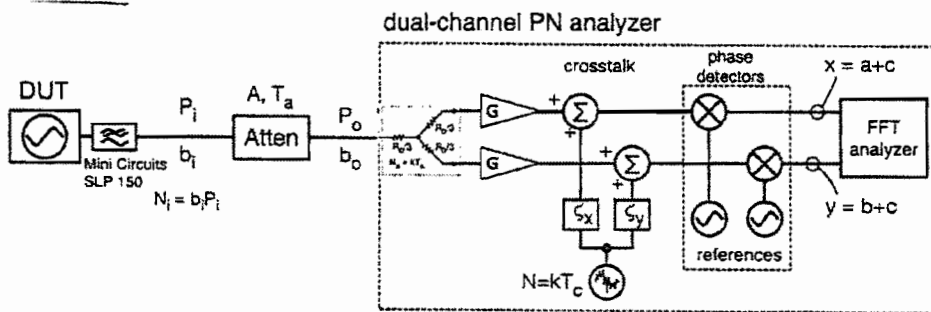
Chiar si dupa aplicarea metodei de corectie si verificare a corectitudinii corectiei, marimea masurata este in continuare sub-evaluata cu termenul kT_a/P_i , dar acest termen poate fi compensat fara verificare, avand in vedere ca toti parametrii lui sunt cunoscuti: T_a = temperatura atenuatorului si P_i este puterea purtatoarei DUT, exprimita in Watt. => compensarea acestui termen se face in orb, fara verificare.

Descriem in continuare metodele de rezolvare a ecuatiei $(T_a - T_s - T_c) = 0$, identificate.

Am identificat 3 metode pentru a face $(T_a - T_s - T_c) = 0$ in lumea reala/fizica si o a patra, in software.

A. Metode fizice:

1. Incalzim T_a pana cand $T_a - T_s - T_c = 0$. Este nefezabil practic, avand in vedere ca din experimente a rezultat ca pentru instrumentele de masura a zgomotului de faza existente, trebuie sa incalzim T_a cu peste 150 grade Celsius
2. Injectam in instrument o energie de temperatura T_L , variabila si corelata intre cele doua canale si ii modificam valoarea, pana cand se obtine conditia $(T_a - T_s - T_c + T_L) = 0$, adica pana cand masuratorile succesive facute cu valori diferite ale atenuarii dintre DUT si splitter, returneaza acelasi rezultat.
3. Injectam in instrument o energie de temperatura T_L , fixa si corelata intre cele doua canale si gasim o metoda sa variem T_c . Aceasta metoda este fezabila, pentru ca in formula [1] T_c este T_c vazut la limitele splitterului. Introducand intre fiecare din iesirile splitterului si fiecare din intrarile ADC/detectorului de faza a cate un amplificator cu castig G [unde G este exprimat ca raport de tensiuni], ca in figura urmatoare



T_c la limita splitterului devine T_c/G^2 , iar conditia $(T_a - T_s - T_c + T_L = 0)$, devine $(T_a - T_s - T_c/G^2 + T_L = 0)$.

Splitterele rezistive sunt singurele splittere cunoscute care pe langa energia anti-corelata pe care o introduc in cele doua iesiri, din cauza izolarii reduse intre cele doua iesiri, permit scurgerea [leakage] corelata a energiei de la iesirea unui canal, in celalalt. Pentru o configuratie/topologie data, aceasta energie corelata are o valoare fixa.

De aceea, prin folosirea unui splitter rezistiv ne aflam in cazul metodei 3. Indeplinirea conditiei $(T_a - T_s - T_c/G^2 + T_L = 0)$ se face prin varierea G pana cand rezultatele masuratorilor succesive sunt identice, indiferent de valoarea atenuarii introduse de atenuatorul dintre DUT si splitter.

Algoritmul de calibrare:

1. Se stabileste arbitrar o valoare G a amplificarii celor 2 amplificatoare
2. Se manevreaza atenuatorul si se stabileste o atenuare arbitrara, notata A_1 . Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN_1

3. Se manevreaza atenuatorul, si se stabileste o alta atenuare arbitrara, mai mare decat A1, care se noteaza A2. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN2
4. Daca $PN1 < PN2$ se micsoreaza G si se reia de la pct 2.
5. Daca $PN1 > PN2$, se maresteste G si se reia de la pct 2.
6. Se repeta pana cand $PN1 = PN2$. In acel moment, artifactele sunt corect si complet eliminate/compensate.
7. Se executa masuratori pastrand G determinat mai sus.

Este posibila gasirea unei metode prin care termenul $-kTa/Pi$ sa poata fi compensat in lumea reala/fizica.

Pentru cea mai mare precizie a calibrarii, adica pentru cea mai mare diferenta dintre PN1 si PN2, se stabilesc A1 astfel incat puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza sa fie puterea maxim permisa si respectiv A2, astfel incat puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza sa fie puterea minim masurabila.

B. Metoda software

4. Compensarea artifactelor in software. Compensare in software are avantajul ca se poate realiza fara a fi necesara modificarea fizica a schemei/topologiei instrumentului de masura. Se aplica oricarui instrument existent, asa cum a fost el conceput de producator!

Algoritmul de calibrare devine:

1. Se stabileste arbitrar o valoare Tcc [T corelator pt compensare] in grade Kelvin
2. Se manevreaza atenuatorul si se stabileste o atenuare arbitrara, notata A1. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN1. Se calculeaza $kTcc/Px$, unde Px este puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza, corespunzatoare atenuarii A1 si se aduna in software $kTcc/Px$ la PN1. Notam rezultatul PN1'
3. Se manevreaza atenuatorul, si se stabileste o alta atenuare arbitrara, mai mare decat A1, care se noteaza A2. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN2. Se calculeaza $kTcc/Py$, unde Py purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza, corespunzatoare atenuarii A2 si se aduna in software $kTcc/Py$ la PN2. Notam rezultatul PN2'
4. Daca $PN1' < PN2'$, micsoram Tcc si se reia de la pct 2
5. Daca $PN1' > PN2'$, marim Tcc si se reia de la pct 2
6. Se repeta pana cand $PN1' = PN2'$. In acel moment, artifactele sunt corect si complet eliminate/compensate.
7. Se executa masuratori, pastrand valoarea Tcc determinata anterior.

In software se poate compensa si termenul $-kTa/Pi$ prin simpla adunare la rezultat a kTa/Pi .

Pentru cea mai mare precizie a calibrarii, adica pentru cea mai mare diferenta dintre PN1 (PN1') si PN2 (PN2'), se stabilesc A1 astfel incat puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza sa fie puterea maxim permisa si respectiv A2, astfel incat puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza sa fie puterea minim masurabila.

In Figura 1 sunt prezentate rezultatele experimentale obtinute. Compensarea este analogică/fundamentală, folosind un splitter rezistiv. Pe abscisa sunt valorile atenuarii in dB iar pe ordonata sunt valorile masurate ale zgomotului de faza, exprimate in dBrad^2/Hz .

In Figura 2 este prezentata o schema tipica de aparat de masurare a zgomotului de faza, modificata prin introducerea a doua amplificatoare intre fiecare dintre cele doua iesiri ale splitterului si fiecare dintre cele doua intrari ale ADC/comparatoarelor de faza.

REVEDICARI

1. Metoda de calibrare si verificare a corectitudinii compensarii artifactelor instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie caracterizata prin aceea ca se introduce un atenuator variabil intre echipamentul ai carui parametri se masoara DUT [Device Under Test] si splitter.

2. Metoda conform revendicarii 1 in care atenuatorului i se creste temperatura Ta.

3. Metoda conform revendicarii 1 in care se injecteaza in instrument o energie de temperatura T_L variabila si corelata intre cele doua canale si careia i se modifica valoarea, pana cand se obtine conditia

$$(T_a - T_s - T_c + T_L) = 0$$

4. Metoda conform revendicarii 1 in care se injecteaza in instrument o energie de temperatura T_L fixa si corelata intre cele doua canale si se foloseste o metoda pentru variatia T_c prin introducerea a cate unui amplificator cu castig G [unde G este exprimat ca raport de tensiuni] intre fiecare din cele doua iesiri ale splitterului si fiecare din cele doua intrari ale convertorului analog numeric (ADC)/detectoarelor de faza al instrumentului.

5. Metoda conform revendicarii 1 in care in care compensarea artifactelor se face prin metoda fizica de calibrare urmand urmatoorii pasi:

Pasul.1-Se stabileste arbitrar o valoare G a amplificarii fiecaruia din cele 2 amplificatoare

Pasul.2-Se manevreaza atenuatorul si se stabileste o atenuare arbitrara, notata A1. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN1

Pasul 3-Se manevreaza atenuatorul, si se stabileste o alta atenuare arbitrara, mai mare decat A1, care se noteaza A2. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN2

Pasul 4-Daca PN1 < PN2 se micsoreaza G si se reia de la Pasul 2.

Pasul 5-Daca PN1 > PN2, se maresta G si se reia de la Pasul 2.

Pasul 6-Se repeta pana cand PN1=PN2. In acel moment, artifactele sunt corect si complet eliminate/compensate.

Pasul 7 -Se executa masuratori pastrand G determinat mai sus.

6. Metoda conform revendicarii 1 in care compensarea artifactelor se face prin metoda software de calibrare urmand urmatoorii pasi:

Pasul 1- Se stabileste arbitrar o valoare T_{cc} [T corelator pt compensare] exprimata in grade Kelvin;

Pasul 2- Se manevreaza atenuatorul si se stabileste o atenuare arbitrara, notata A1. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN1. Se calculeaza kT_{cc}/P_x, unde P_x este puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza, corespunzatoare atenuarii A1 si se aduna in software kT_{cc}/P_x la PN1. Notam rezultatul PN1'

Pasul 3- Se manevreaza atenuatorul, si se stabileste o alta atenuare arbitrara, mai mare decat A1, care se noteaza A2. Se face o masuratoare a zgomotului alb si se noteaza rezultatul PN2. Se calculeaza kT_{cc}/P_y , unde P_y puterea purtatoarei marimii de masurat la intrarea ADC/detectoarelor de faza, corespunzatoare atenuarii A2 si se aduna in software kT_{cc}/P_y la PN2. Notam rezultatul PN2'

Pasul 4- Daca $PN1' < PN2'$, micoram Tcc si se reia de la Pasul 2

Pasul 5- Daca $PN1' > PN2'$, marim Tcc si se reia de la Pasul 2

Pasul 6- Se repeta pana cand $PN1' = PN2'$. In acel moment, artifactele sunt corect si complet eliminate/compensate.

Pasul 7 - Se executa masuratori, pastrand valoarea Tcc determinata anterior.

7. Metoda conform revendicarii 6 in care compensarea termenului - $\frac{kT_a}{P_i}$ se face in software prin adunarea la valoarea masurata a unei valori de compensare egala cu kT_a/P_i .

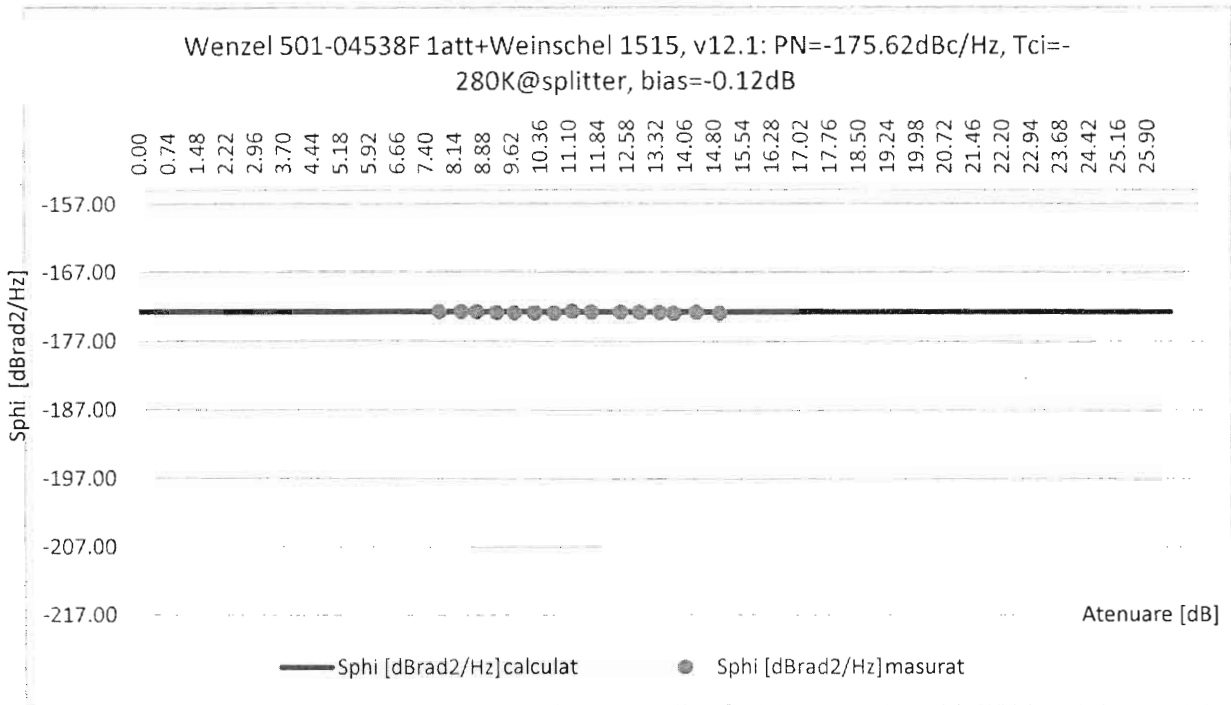


Fig. 1

Rezultate experimentale obtinute. Compensarea analogică/fundamentală a artefactelor folosind un splitter rezistiv.

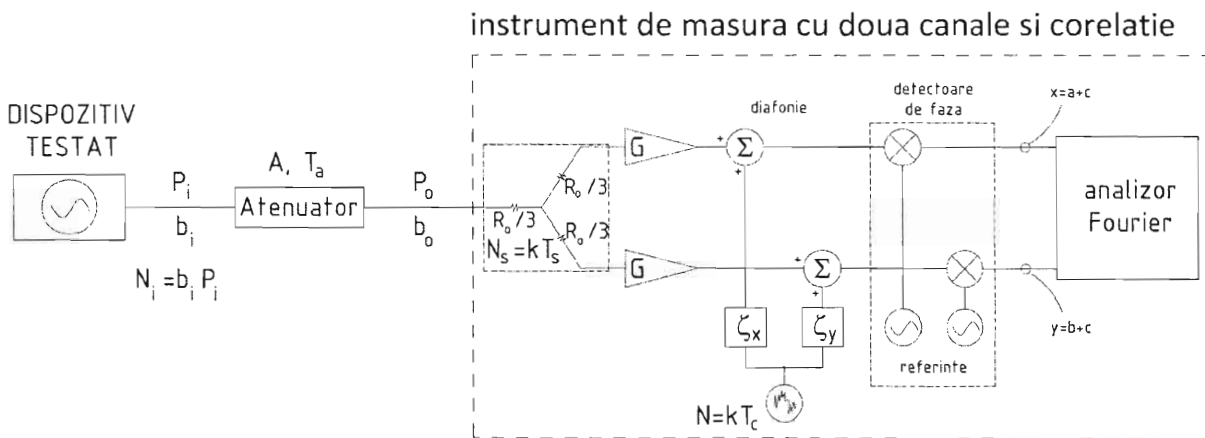


Fig. 2

Metoda de calibrare a instrumentelor de masura cu doua canale si corelatie care elimina/compenseaza artefactele acestora