



(19) INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PORTUGAL

(11) Número de Publicação: PT 613262 E

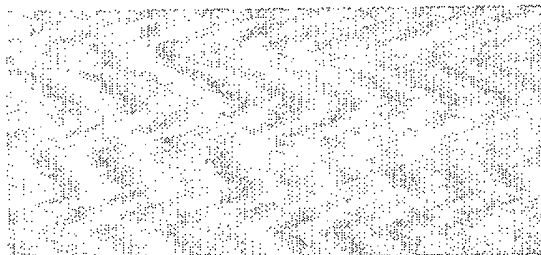
(51) Classificação Internacional: (Ed. 6)
H04B010/14 A

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de depósito: 1994.01.28	(73) Titular(es): KONINKLIJKE KPN N.V. STATIONSPLEIN 7 9726 AE GRONINGEN NL
(30) Prioridade: 1993.02.24 NL 9300347	
(43) Data de publicação do pedido: 1994.08.31	(72) Inventor(es): ROBERTUS FRANCISUS MARIA VAN DEN BRINK NL
(45) Data e BPI da concessão: 2000.06.28	(74) Mandatário(s): JORGE BARBOSA PEREIRA DA CRUZ RUA DE VÍTOR CORDON 10-A 3/AND. 1200 LISBOA PT

(54) Epígrafe: FONTE DE RUÍDO ÓPTICO

(57) Resumo:





DESCRIÇÃO

"FONTE DE RUÍDO ÓPTICO"

O presente invento diz respeito a uma fonte de ruído óptico que compreende:

- os meios da fonte de luz de banda estreita a fim de gerarem um sinal óptico modulado e provida com uma entrada de base para receber um sinal eléctrico periódico a fim de modular um sinal óptico de banda estreita, e
- um filtro de interferência, baseado na diferença do comprimento da trajectória, para receber o sinal óptico modulado e para gerar um sinal de composição óptica.

Uma tal fonte de ruído é divulgada num artigo "Measurement of frequency response of photoreceivers using "self-homodyne method", de J.Wang, U. Krüger, B. Schwarz e K. Petermann, na "ELECTRONICS LETTERS" datado de 25 de Maio de 1989, Volume 25, Nº 11, páginas 722, 723. Nele mencionam-se os meios da fonte de luz de banda estreita que compreendem um díodo a laser (fonte de luz de banda estreita) para gerar um sinal óptico de banda estreita. O ânodo (entrada de base) do díodo a laser é alimentado com uma corrente sinusoidal (sinal eléctrico periódico) com a qual o sinal óptico de banda estreita é modulado. O referido sinal óptico modulado alimenta um filtro de interferência que é constituído por dois acopladores de 3 dB tendo entre eles, duas peças de fibra de vidro que têm uma diferença mútua de comprimento da trajectória de aproximadamente 1 km. O filtro de interferência gera o sinal de composição óptica que é composto por dois sinais de frequência modulada

- 2 -

mutuamente diferentes. Assim que um fotodíodo é iluminado com este sinal de composição óptica, é produzido um sinal de ruído de fotodíodo eléctrico cuja largura da banda de ruído (eléctrica) é igual à máxima diferença de frequência instantânea entre os dois sinais ópticos. Se o espectro do sinal de ruído do fotodíodo eléctrico for tão plano quanto possível dentro da largura de banda de ruído escolhida (a qual é especificada com a amplitude do sinal eléctrico periódico), a diferença do comprimento da trajectória na qual o filtro de interferência se baseia deverá ser consideravelmente mais larga do que o comprimento de coerência da fonte de luz. O referido comprimento de coerência, para os díodos a laser da presente geração, é 10 metros e pode aumentar para vários quilómetros nos lasers de secções múltiplas.

Esta conhecida fonte de ruído tem o inconveniente do filtro de interferência necessitar de se basear numa grande diferença de comprimento da trajectória (tal como por exemplo, 1 quilómetro).

Sumário do invento

O objectivo do invento é, inter alia, proporcionar uma fonte de ruído do tipo mencionado no preâmbulo, no qual é suficiente utilizar um filtro de interferência com base numa diferença de comprimento da trajectória consideravelmente mais pequena (de, por exemplo, 10 metros).

Com esta finalidade, a fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita serem providos com uma entrada de ruído para receber um sinal eléctrico de ruído.

Alimentando os meios da fonte de luz de banda estreita com o sinal eléctrico de ruído, a largura da linha do sinal óptico, que podem ou não já ter sido

- 3 -

modulados aumenta, o que corresponde a um decréscimo no comprimento da coerência da fonte de luz de banda estreita utilizada, como resultado do que é suficiente a utilização de um filtro de interferência o qual se baseia numa diferença do comprimento da trajectória mais pequena, de por exemplo, poucos metros.

O invento baseia-se no conhecimento de que o comprimento de coerência de uma fonte de luz de banda estreita é inversamente proporcional à largura da linha do sinal óptico da referida fonte de luz, e que um grande comprimento de coerência (e consequentemente de uma pequena largura da linha) requer uma diferença relativamente maior do tempo de retardamento no filtro de interferência, se o espectro do sinal de ruído do fotodíodo eléctrico for tão plano quanto possível ao longo da largura da banda de ruído escolhida. Esta diferença relativamente grande do tempo de retardamento no filtro de interferência é implementada por meio de uma grande diferença no comprimento da trajectória, e requer uma frequência modulada relativamente baixa a fim de fazer a máxima diferença de frequência instantânea entre os sinais ópticos de interferência iguais à oscilação da frequência óptica. Como resultado, a largura da banda de ruído atinge um máximo, igual à oscilação da frequência óptica disponível. Alimentando os meios da fonte de luz de banda estreita com o sinal de ruído eléctrico, a largura da linha do sinal óptico aumenta fortemente, daí resultando ser suficiente utilizar um tempo de retardamento consideravelmente mais pequeno e consequentemente uma diferença de comprimento da trajectória mais pequena.

Dever-se-á notar que é em si mesmo conhecido da EP 0.503.579 a forma de aumentar a largura da linha do sinal óptico de banda estreita alimentando os meios de uma fonte de luz de banda estreita com um sinal eléctrico de ruído. Daí não se saber, contudo, como reduzir substancialmente,



com o auxílio desta técnica, a necessária diferença de comprimento da trajectória no filtro de interferência, no qual a alimentação do sinal eléctrico de ruído tanto pode ter lugar antes como depois da modulação.

Um primeiro modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por a largura da banda do sinal de ruído eléctrico ser mais pequena do que a frequência do sinal eléctrico periódico.

Como resultado do sinal eléctrico de ruído que é fornecido aos meios da fonte de luz de banda estreita ser limitado na frequência, por exemplo por meio de um filtro passa-baixo, de quarta ordem, a concentração da potência na banda estreita de ruído escolhida aumenta, em consequência do que a potência de ruído é comandada de forma mais eficiente e perde-se menos potência de ruído fora da largura da banda de ruído escolhida.

Um segundo modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por o sinal eléctrico periódico ser triangular.

Só parte da largura da banda de ruído escolhida é suficientemente plana para a utilizar para transportar as medidas de ruído. Um sinal eléctrico periódico triangular resulta, quando comparado com o sinal eléctrico periódico sinusoidal que tenha uma amplitude comparável, num sinal de ruído eléctrico de fotodiodo que pode ser considerado como plano ao longo de uma grande parte da largura da banda de ruído.

Um terceiro modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por a fonte de ruído óptico compreender um detector óptico para detectar pelo menos uma parte do sinal de composição óptica, cujo detector óptico está ligado, por meio de um filtro, a uma entrada dos meios da



fonte de luz de banda estreita.

Fazendo parte da alimentação de retorno do sinal de composição óptica, o sinal óptico proveniente dos meios da fonte de luz de banda estreita estabiliza, o que tem grande importância para certas medições.

Um quarto modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por o filtro ser um filtro passa-alto ou filtro de banda no qual um detector eléctrico é posto em cascata a fim de controlar o sinal eléctrico periódico, sendo a entrada dos meios da fonte de luz de banda estreita a entrada de base.

A alimentação de retorno (positiva) por meio de um filtro de banda ou um filtro passa-alto e um detector para controlar o sinal eléctrico periódico estabiliza a densidade do espectro do sinal de ruído do fotodíodo eléctrico. O controlo neste caso pode compreender a regulação da amplitude e/ou a regulação da frequência do sinal eléctrico periódico.

Um quinto modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por o filtro ser um filtro passa-baixo a fim de regular o nível de potência do sinal óptico, sendo a entrada dos meios da fonte de luz de banda estreita uma entrada de potência.

A alimentação de retorno (negativa) através do filtro passa-baixo de um componente de corrente contínua do sinal de composição óptica, a fim de regular um nível de potência do sinal óptico a ser gerado pelos meios da fonte de luz de banda estreita, estabiliza o referido nível de potência. Também é conhecida em si a forma de fazer a alimentação de retorno da saída óptica de uma fonte de luz directamente com um fim de estabilização, sem envolver o filtro de



interferência. Um circuito separado, necessário neste caso para estabilizar o filtro de interferência, tal como, por exemplo, um controlo da polarização, torna-se desnecessário no caso deste quinto modelo de realização.

Há também obviamente mais vantagem se o quarto e quinto modelos de realização forem utilizados em combinação.

Um sexto modelo de realização da fonte de luz de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte de luz compreenderem uma entrada óptica para receber um sinal óptico de banda estreita.

Neste modelo de realização, os meios da fonte de luz de banda estreita não compreendem por isso uma fonte de luz mas são alimentados por meio de um sinal óptico de banda estreita por meio de uma entrada óptica.

Um sétimo modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está opticamente ligado à entrada óptica e no qual uma entrada constitui a entrada de base.

Por meio do referido modulador, que é alimentado com o sinal eléctrico periódico, o sinal óptico de banda estreita que é recebido através da entrada óptica é de frequência modulada. Obviamente que de forma semelhante são possíveis outras formas da modulação do argumento, tais como por exemplo, a modulação da fase.

Um oitavo modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está opticamente ligado à entrada

óptica e no qual uma entrada constitui uma entrada de ruído.

Por meio do referido modulador óptico, o qual é alimentado com o sinal eléctrico de ruído, sendo o sinal óptico de banda estreita que é recebido por meio da entrada óptica modulada em frequência com o referido sinal eléctrico de ruído. Isto pode ter lugar tanto antes como depois do sinal óptico de banda estreita ter a frequência modulada com o sinal periódico eléctrico. Obviamente que há outras formas possíveis semelhantes de modulação do argumento, tais como por exemplo, a modulação da fase.

Obviamente que também haverá mais vantagem se ambos os referidos moduladores forem utilizados simultaneamente ou forem combinados num modulador.

Um nono modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador da amplitude óptica que está opticamente ligado à entrada óptica e no qual uma entrada constitui uma entrada de potência.

Por meio deste modulador óptico, que é alimentado por um sinal eléctrico CC, o sinal óptico de banda estreita que é recebido por meio da entrada óptica é de amplitude modulada por meio do referido sinal eléctrico CC. Isto é feito para ajustar o nível da potência do sinal óptico de banda estreita a ser gerado pelos meios da fonte de luz de banda estreita. Isto pode ter lugar tanto antes como depois do sinal óptico de banda estreita ter a frequência modulada com o sinal periódico eléctrico e é modulado com o sinal eléctrico de ruído.

Um décimo modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte da luz de banda estreita



compreenderem uma fonte de luz de banda estreita para gerar o sinal óptico de banda estreita.

Neste modelo de realização, os meios da fonte de luz de banda estreita compreendem por isso uma fonte de luz de banda estreita que gera o sinal óptico da banda estreita.

Um décimo primeiro modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte da luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está opticamente ligado à fonte de luz de banda estreita e no qual uma entrada constitui uma entrada de base.

Por meio deste modulador óptico, que é alimentado com o sinal periódico eléctrico, o sinal óptico de banda estreita a ser gerado pela fonte de luz de banda estreita é de frequência modulada.

Um décimo segundo modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte da luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está opticamente ligado à fonte de luz de banda estreita e no qual uma entrada constitui uma entrada de ruído.

Por meio deste modulador óptico, que é alimentado com o sinal de ruído eléctrico, o sinal óptico de banda estreita a ser gerado pela fonte de luz de banda estreita é modulado com o referido sinal eléctrico de ruído. Isto pode ter lugar tanto antes como depois do sinal óptico de banda estreita ter a frequência modulada com o sinal eléctrico periódico.

É também obviamente mais vantajoso que ambos os referidos moduladores sejam utilizados simultaneamente ou sejam combinados num só



modulador.

Um décimo terceiro modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte da luz de banda estreita compreenderem um modulador de amplitude óptico que está opticamente ligado à entrada da fonte de luz de banda estreita e no qual uma entrada constitui uma entrada de potência.

Por meio deste modulador óptico, que é alimentado com um sinal eléctrico CC, o sinal óptico de banda estreita que é recebido por meio de uma entrada óptica tem a amplitude modulada por meio do referido sinal eléctrico CC. Isto é feito a fim de ajustar o nível da potência do sinal óptico de banda estreita a ser gerado pelos meios da fonte de luz de banda estreita. Isto pode ter lugar tanto antes como depois do sinal óptico de banda estreita ter a frequência modulada com o sinal eléctrico periódico e é modulado com o sinal eléctrico de ruído.

Um décimo quarto modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por os meios da fonte da luz de banda estreita estarem providos com uma entrada que constitui uma entrada de base.

Neste caso, a fonte de luz de banda estreita está ela própria provida com a entrada de base, poupando assim um modulador.

Um décimo quinto modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por a fonte da luz de banda estreita estar provida com uma entrada que constitui uma entrada de ruído.

Neste caso, a fonte de luz de banda estreita está ela própria provida com a entrada de ruído, poupando assim um modulador.

Um décimo sexto modelo de realização da fonte de ruído de acordo com o invento é caracterizado por a fonte da luz de banda estreita estar provida com uma entrada que constitui uma entrada de potência.

Neste caso, a fonte de luz de banda estreita esta ela própria provida com uma entrada de potência, poupando assim um modulador da amplitude.

Referências

“Measurement of frequency response of photoreceivers using self-homodyne method”, de J. Wang, U. Krüger, B. Schwarz e K. Petermann, de “ELECTRONICS LETTERS”, datado de 25 de Maio de 1989, Volume 25, Nº 11, páginas 722, 723.

“Novel noise measurement setup with high dynamic range for opital receivers”, de R. F. M. van den Brink, E. Drijver e M. O. van Deventer, de “ELECTRONICS LETTERS”, datado de 26 de Março de 1992, Volume 28, Nº 7, páginas 629, 630.

EP 0.503.579.

Todas as referências mencionadas consideram-se como estando incorporadas no presente pedido de patente.

Modelos de Realização Ilustrativos

O invento será explicado com mais pormenor fazendo referência aos modelos de realização ilustrativos representados nas figuras, nas quais:

A Figura 1 mostra uma primeira fonte de ruído óptico de acordo com o invento,



A Figura 2 mostra uma segunda fonte de ruído óptico de acordo com o invento, e

A Figura 3 mostra uma terceira fonte de ruído óptico de acordo com o invento.

A primeira fonte de ruído óptico representada na Figura 1 compreende uma fonte de luz de banda estreita 2 tal como por exemplo, um diodo a laser, no qual o cátodo está ligado à terra e o ânodo constitui uma entrada de potência 3 para receber um sinal eléctrico CC. O referido eléctrodo além disso constitui, por meio de um primeiro condensador, uma entrada de base 4 para receber um sinal eléctrico periódico (tal como por exemplo, um sinal sinusoidal com a finalidade da modulação de frequência de um sinal óptico de banda estreita a ser emitido pela fonte de luz de banda estreita 2) e além disso constitui, por meio de um segundo condensador, uma entrada de ruído 5 para receber um sinal eléctrico de ruído. A primeira fonte de ruído óptico representada na Figura 1 além disso compreende um filtro de interferência 20, baseado numa diferença do comprimento da trajectória, a fim de receber o sinal óptico modulado e para gerar um sinal óptico composto. O referido filtro de interferência 20 compreende, por exemplo, uma primeira fibra de vidro 21 e uma segunda fibra de vidro 22 que tem um comprimento maior do que a fibra de vidro 21. Ambas as fibras de vidro 21, 22 estão ligadas uma à outra do lado do receptor por meio de um acoplador 23 a 3 dB e estão ligadas uma à outra, do lado emissor, por meio de um acoplador 24 a 3 dB. Na referida primeira fonte de ruído óptico representada na Figura 1, a fonte de luz de banda estreita 2 constitui os meios da fonte de luz de banda estreita.

Por meio de um sinal CC a ser fornecido a uma entrada de potência 3, a potência da fonte de luz 2 ajusta-se, e por meio do sinal periódico que

- 12 -

alimenta a entrada de base 4, o sinal óptico é modulado. Nesta disposição uma pequena variação da corrente do díodo a laser provocará simultaneamente tanto uma variação na potência óptica como uma variação parasita na frequência óptica. O sinal óptico modulado é dividido no acoplador 23 a 3 dB no filtro de interferência 20. Devido aos sinais ópticos serem assim divididos cada um irá percorrer trajetórias de diferentes comprimentos nas fibras de vidro 21, 22 sendo em seguida combinados no acoplador 24 a 3dB, gerando o filtro de interferência 20 o sinal composto que é formado por dois sinais ópticos com modulações de frequências diferentes. Se um objecto de medida, tal como por exemplo, um fotodíodo for iluminado com o referido sinal óptico composto, é produzido um sinal de ruído de fotodíodo eléctrico cuja largura da banda de ruído (eléctrica) é igual à maior diferença de frequência instantânea entre os sinais ópticos nas extremidades das fibras de vidro 21, 22. A referida diferença de frequência está num máximo se o período do sinal periódico eléctrico for escolhido de modo a ser igual ao dobro do tempo de retardamento do filtro de interferência 20.

Se o espectro do sinal de ruído de fotodíodo eléctrico for o mais plano possível dentro da largura da banda de ruído escolhida (que é especificada pela amplitude do sinal eléctrico periódico), a diferença do comprimento da trajetória em que se baseia o filtro de interferência 20 deverá ser consideravelmente maior do que o comprimento de coerência da fonte de luz 2. Alimentando a entrada de ruído 5 com o sinal de ruído, a largura da linha do sinal óptico aumenta, o que corresponde ao decréscimo do comprimento de coerência da fonte de luz 2, em resultado do que é suficiente utilizar um tempo de retardamento mais curto e deste modo uma diferença de comprimento da trajetória mais pequena no filtro de interferência 20 e desta forma uma modulação de frequência mais elevada do sinal periódico. Consequentemente, a diferença de comprimento da trajetória necessária no filtro de interferência diminui substancialmente, o que tem uma grande vantagem sob vários aspectos, (tais como custos e manusea-

mento). Se o diodo a laser 2 for um laser moderno de secções múltiplas que pode ser mais facilmente modulador da frequência do que, por exemplo, um laser DFB (do inglês "distributed feedback") e que é equipado com entradas separadas para a modulação da potência modulada e para a modulação da frequência, uma variação na frequência óptica será associada a uma variação parasitária consideravelmente mais pequena na potência óptica, o que é obviamente vantajoso. Sem que o sinal de ruído seja fornecido, a diferença do comprimento da trajectória desejada no filtro de interferência 20, e uma vez que se utilize este laser de modém de secções múltiplas, tornar-se-á inaceitavelmente grande.

A segunda fonte de ruído óptico representada na Figura 2 compreende os meios da fonte de luz de banda estreita 1 que compreendem a fonte de luz de banda estreita 2, um modulador óptico 10, que está ligado opticamente à fonte de luz de banda estreita 2 e tem uma entrada de ruído 5, e um modulador óptico 9 que está opticamente ligado (por meio do modulador óptico 10) à fonte de luz de banda estreita 2 e tem uma entrada de base 4. A segunda fonte de ruído óptico representada na Figura 2 compreende além do mais o filtro de interferência 20, baseado numa diferença de comprimento da trajectória, para receber o sinal óptico modulado e para gerar um sinal de composição óptica. O cátodo da fonte de luz de banda estreita 2 está ligado à terra e o ânodo está ligado à saída de um circuito amplificador/atenuador ajustável 16, no qual uma entrada constitui a entrada de potência 3. A referida segunda fonte de ruído óptico também está equipada com um detector óptico 11 tal como por exemplo, um fotodiodo com a electrónica associada, a fim de detectar pelo menos parte do sinal de composição óptica. O detector óptico 11 está ligado a um filtro passa-baixo 15 que está ligado a uma entrada de controlo do circuito amplificador/atenuador ajustável 16 e está ligado, por meio do filtro de banda 12, a uma entrada de um detector eléctrico 13, no qual uma saída está ligada a uma entrada de controlo de um circuito amplificador/atenuador ajustável 14. Uma

saída do circuito amplificador/atenuador ajustável 14 está ligada à entrada de base 4, e uma entrada do circuito amplificador/atenuador ajustável 14 constitui além disso uma entrada de base 6 para receber os sinais eléctricos periódicos. A referida segunda fonte de ruído óptico além do mais compreende um filtro passa-baixo¹⁷ que está situado entre a entrada de ruído 5 e uma entrada de ruído 7 que se lhe segue para receber o sinal de ruído.

Por meio de um sinal CC a ser fornecido a uma entrada de potência 3, a potência da fonte de luz 2 é ajustada por meio do circuito amplificador/atenuador ajustável 16 sendo ele próprio ajustado por meio da entrada de controlo. Assim sendo, um aumento do nível da potência do sinal detectado pelo fotodíodo 11 deverá resultar num aumento da atenuação ou num decréscimo do ganho do circuito do amplificador/atenuador ajustável 16, e um decréscimo do nível da potência do sinal detectado pelo fotodíodo 11 deverá resultar num decréscimo da atenuação ou num aumento do ganho do circuito do amplificador/atenuador ajustável 16 (i.e. alimentação de retorno negativa). Um tal retorno resulta na estabilização do nível da potência óptica gerada pela fonte de luz de banda estreita 2.

Por meio do modulador óptico 10, o sinal óptico gerado pela fonte de luz de banda estreita 2 é de frequência modulada com o sinal de ruído, a qual tal como já foi referido anteriormente, faz com que seja possível encurtar consideravelmente a diferença do comprimento da trajectória no filtro de interferência 20. Limitando a frequência do sinal de ruído por meio do filtro passa-baixo¹⁷, a concentração da potência de ruído na largura de banda de ruído escolhida aumenta, em consequência do que a potência de ruído é comandada mais eficientemente e perde-se menos potência de ruído para fora da largura da banda de ruído escolhida.

- 15 -

Por meio do modulador óptico 9, o sinal óptico, que já teve a frequência modulada com o sinal de ruído tem em seguida a frequência modulada por meio do sinal periódico que é fornecido por meio do circuito amplificador/modulador ajustável 14. Este último é ajustado por meio do próprio controlo da entrada por meio do sinal que vem do detector 13 (tal como por exemplo, um detector do topo, um detector de potência ou um detector da carga eficaz verdadeira). Assim sendo, um decréscimo do nível da potência do sinal detectado pelo fotodíodo 11 numa banda de frequência especificada deverá resultar num aumento da atenuação ou no decréscimo do ganho do circuito amplificador/atenuador ajustável 14, e um aumento do nível da potência do sinal nesta banda de frequência detectado pelo fotodíodo 11 deverá resultar num decréscimo da atenuação ou num acréscimo do ganho do circuito amplificador/atenuador ajustável 14 (i.e. alimentação de retorno positiva). Uma tal alimentação de retorno resulta na estabilização da densidade do espectro de ruído do sinal detectado pelo fotodíodo 11. Em lugar de um filtro de banda 12 também seria possível utilizar um filtro passa-alto, se a largura da banda do fotodíodo 11 com a electrónica associada ou do detector 13 for significativamente mais baixo do que a largura da banda de ruído.

Fazendo a alimentação com um sinal eléctrico periódico triangular têm-se em comparação os resultados de um sinal eléctrico periódico sinusoidal que tenha uma amplitude comparável ao de um sinal eléctrico de ruído de fotodíodo que pode ser considerado plano ao longo de uma grande parte da largura da banda de ruído.

Dever-se-á notar que a ordem sequencial dos dois moduladores ópticos 9, 10 é completamente arbitrária. Além disso deverá ser possível combinar os dois moduladores ópticos 9, 10 num só modulador óptico que tenha uma entrada, entrada esta, que tal como se representa na Figura 1, é alimentada

com o sinal de ruído e o sinal periódico por meio dos condensadores.

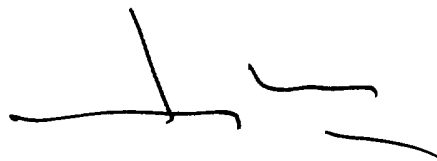
Ambos os circuitos de amplificador/atenuador ajustáveis 14, 16 podem ser implementados de uma forma conhecida dos especialistas desta técnica, utilizando por exemplo, "ICs" comercialmente disponíveis. Uma vez que o ajustamento do sinal periódico pode ter lugar não só com base na variação da amplitude, mas também por exemplo, com base na variação da frequência, o circuito amplificador/atenuador ajustável 14 pode ser neste caso implementado, de um modo conhecido dos especialistas desta técnica, utilizando um filtro de frequência ajustável. O circuito amplificador/atenuador 16 pode também obviamente ser considerado no modelo de realização, de um modo conhecido dos especialistas desta técnica, como um circuito de adição ou de subtração.

A terceira fonte de ruído óptico representada na Figura 3 compreende os meios da fonte de luz de banda estreita 1 que são equipados com um modulador óptico 8 que tem uma entrada de potência 3 para receber o sinal CC para a modulação da amplitude de um sinal óptico que provém da fonte de luz de banda estreita 2, com o modulador óptico 9 que tem a entrada de base 4 para receber o sinal eléctrico periódico, e com o modulador óptico 10 que tem a entrada de ruído 5 para receber o sinal de ruído. A ordem sequencial dos três moduladores ópticos 8, 9, 10 é também completamente arbitrária e ambos os moduladores ópticos 9, 10 podem ser combinados num só modulador óptico que tenha uma entrada, entrada esta que tal como está representada na Figura 1, é alimentada com o sinal de ruído e com o sinal periódico por meio dos condensadores. A referida terceira fonte de ruído compreende além do mais o filtro de interferência 20.

À parte o facto da terceira fonte de ruído óptico representada na Figura 3 não estar ela própria equipada com uma fonte de luz de banda estreita 2,

mas de necessitar apenas de ser alimentada com o seu sinal óptico, e o nível de potência do referido sinal óptico ser controlado por meio do modulador óptico 8, o modo de funcionamento está por outro lado de acordo com a primeira fonte de ruído óptico representada na Figura 1 e com a segunda fonte de ruído óptico representada na Figura 2, sendo obviamente possível utilizar, no caso da referida terceira fonte de ruído óptico, ambos os retornos, o filtro passa-baixo¹⁷ e os sinais periódicos sinusoidal ou triangular. Assim sendo, o estabelecimento da mesma medição (terceira fonte de ruído óptico) pode ser utilizada com diferentes frequências ópticas substituindo a fonte de luz de banda estreita 2 exterior por um espécimen diferente que tenha uma frequência óptica diferente.

Lisboa, 8 de Setembro de 2000



JORGE CRUZ
Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 14
1200 LISBOA

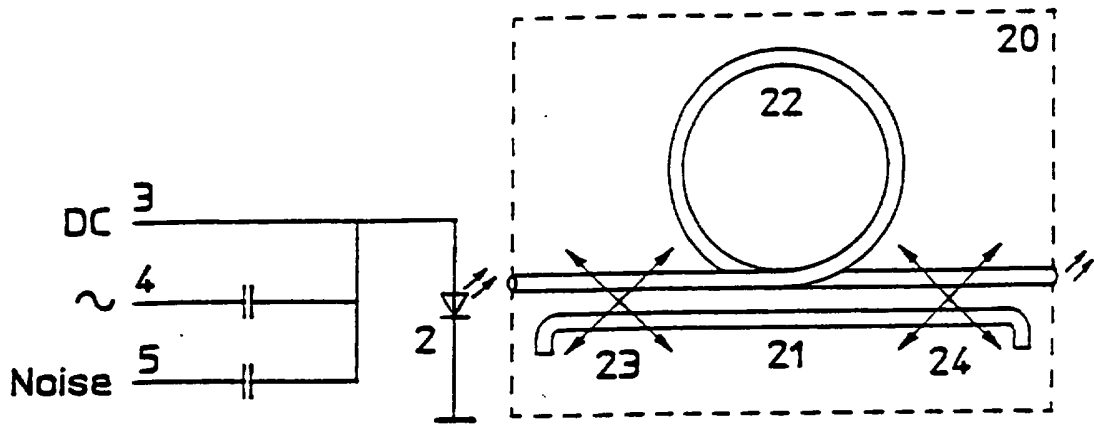


Fig. 1

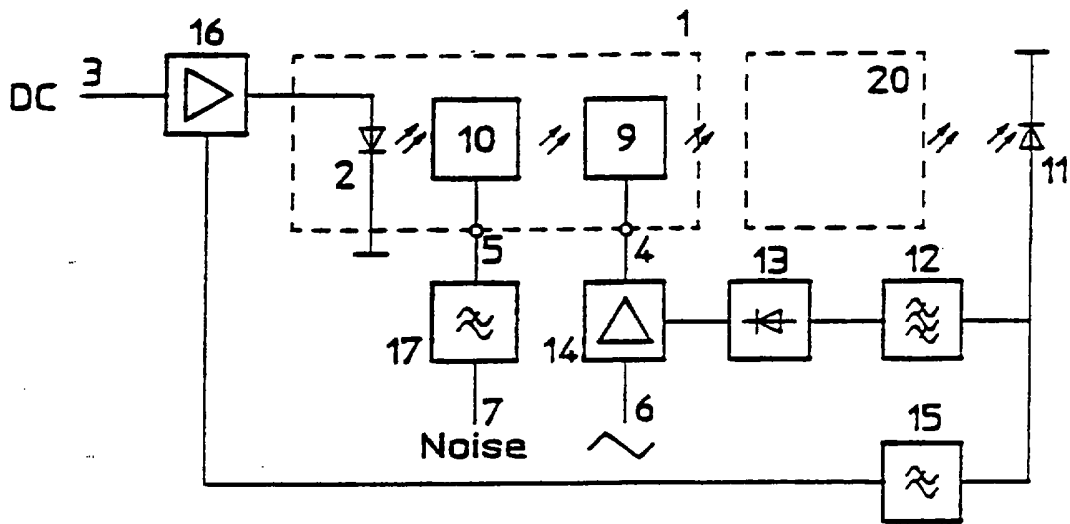


Fig. 2

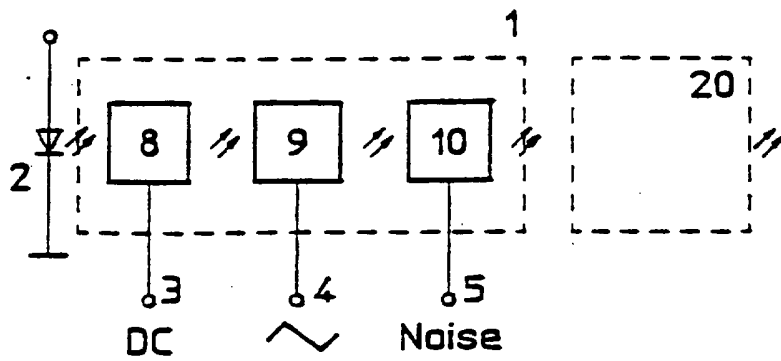


Fig. 3



REIVINDICAÇÕES

1. Fonte de ruído óptico que compreende:
 - os meios da fonte de luz de banda estreita a fim de gerarem um sinal óptico modulado e provida com uma entrada de base para receber um sinal eléctrico periódico a fim de modular um sinal óptico de banda estreita, e
 - um filtro de interferência, baseado na diferença do comprimento da trajectória, para receber o sinal óptico modulado e para gerar um sinal de composição óptica,caracterizado por os meios da fonte de luz de banda estreita estarem providos com uma entrada de ruído para receber um sinal eléctrico de ruído.

2. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 1, caracterizada por a largura da banda do sinal eléctrico de ruído ser mais pequena do que a frequência do sinal eléctrico periódico.

3. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 1 ou 2, caracterizada por o sinal eléctrico periódico ser triangular.

4. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizada por a fonte de ruído óptico compreender um detector óptico para detectar pelo menos uma parte do sinal de composição óptica, detector óptico este que está ligado por meio de um filtro, a uma entrada dos meios da fonte de luz de banda estreita.

5. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 4, caracterizada por o filtro ser um filtro passa-alto ou filtro de banda com o qual um detector eléctrico é posto em cascata para controlar o sinal eléctrico



periódico, sendo a entrada dos meios da fonte de luz de banda estreita uma entrada de base.

6. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 4, caracterizada por o filtro ser um filtro passa-baixo para regular o nível da potência do sinal óptico, sendo a entrada dos meios da fonte de luz de banda estreita uma entrada de potência.

7. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem uma entrada óptica para receber o sinal óptico de banda estreita.

8. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 7, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está ligado opticamente à entrada óptica e no qual uma entrada constitui uma entrada de base.

9. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 7 ou 8, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está ligado opticamente à entrada óptica e no qual uma entrada constitui uma entrada de ruído.

10. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 7, 8 ou 9, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador da amplitude óptica que está ligado opticamente à entrada óptica e no qual uma entrada constitui uma entrada de potência.

11. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita

compreenderem uma fonte de luz de banda estreita a fim de gerar um sinal óptico de banda estreita.

12. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 11, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está ligado opticamente à fonte de luz de banda estreita e no qual uma entrada constitui uma entrada de base.

13. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 11, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador óptico que está ligado opticamente à fonte de luz de banda estreita e no qual uma entrada constitui uma entrada de ruído.

14. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 11, caracterizada por os meios da fonte de luz de banda estreita compreenderem um modulador da amplitude óptica que está ligado opticamente à entrada da fonte de luz de banda estreita e no qual uma entrada constitui uma entrada de potência.

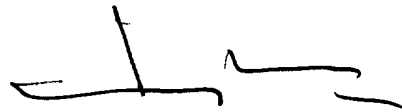
15. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 11, 13 ou 14, caracterizada por a fonte de luz de banda estreita estar provida com uma entrada que constitui uma entrada de base.

16. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 11, 12 ou 14, caracterizada por a fonte de luz de banda estreita estar provida com uma entrada que constitui uma entrada de ruído.

17. Fonte de ruído óptico de acordo com a Reivindicação 11, 12

ou 13, caracterizada por a fonte de luz de banda estreita estar provida com uma entrada que constitui uma entrada de potência.

Lisboa, 8 de Setembro de 2000



JORGE CRUZ
Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 14
1200 LISBOA