



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0010169
(43) 공개일자 2022년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03L 7/197 (2006.01) H03L 7/08 (2006.01)
H03L 7/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03L 7/1976 (2013.01)
H03L 7/0802 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0088730
(22) 출원일자 2020년07월17일
심사청구일자 2020년07월17일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
강진구
서울특별시 서초구 양재대로2길 109, 104동 1202호(우면동, 서초호반써밋)
김성호
인천광역시 미추홀구 한나루로489번길 81, 301호(용현동)
(74) 대리인
양성보

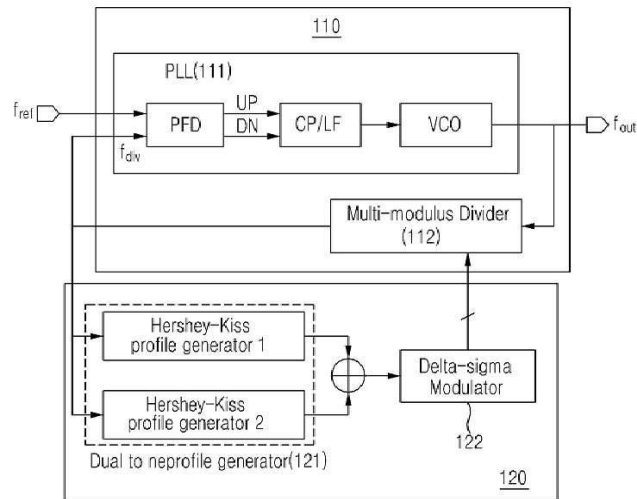
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기

(57) 요약

제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기가 제시된다. 본 발명에서 제안하는 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기는 PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력하는 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록 및 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 변조기 블록을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H03L 7/1803 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116050
과제번호	10080285
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	미래소자 원천기술개발사업
연구과제명	[민간] 8k/4k 디스플레이를 위한 interface 표준화 및 IP 기술 개발(4차년도)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력하는 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록; 및

분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 변조기 블록

을 포함하는 대역 확산 클럭 발생기.

청구항 2

제1항에 있어서,

변조기 블록의 허쉬-키스 프로파일 발생기는,

복수의 카운터 회로를 포함하고,

초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope), 분주비(M), 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K), 확산 유형 선택을 입력 받고,

업/다운 카운터의 카운팅 범위(K)는 0부터 K 값까지 증가와 감소를 반복하며,

변조 주파수(Modulation Frequency, f_m)는 하기식을 이용하여 결정되고,

$$f_m = \frac{f_{ref}}{4 \times K}$$

여기서, f_{ref} 는 기준 주파수인

대역 확산 클럭 발생기.

청구항 3

제2항에 있어서,

변조기 블록의 허쉬-키스 프로파일 발생기는,

삼각파 변조의 양 끝에서 에너지 집중 현상을 제거하기 위해 최대 주파수와 최소 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 증가시킴으로써 에너지를 감소시키고, 중심 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 감소시킴으로써 에너지를 증가시키는

대역 확산 클럭 발생기.

청구항 4

제1항에 있어서,

변조기 블록의 DSM은,

MASH(Multi-stage noise shaping) 방식의 DSM을 사용하여 입력에 따라 오버플로의 생성비율이 변하게 되고, 생성비율이 변화하는 오버플로가 MMD의 제어 신호로 입력되어, 입력된 제어 신호에 따라 MMD의 분주비가 결정되는

대역 확산 클럭 발생기.

청구항 5

분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록의 PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력하는 단계; 및

변조기 블록을 통해 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 단계

를 포함하는 대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

변조기 블록을 통해 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기와 DSM을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 단계는,

복수의 카운터 회로를 포함하는 허쉬-키스 프로파일 발생기가 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope), 비트 수(M), 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K), 확산 유형 선택을 입력 받아, 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K)가 0부터 K 값까지 증가와 감소를 반복하면서, 변조 주파수(Modulation Frequency, f_m)가 하기식을 이용하여 결정되고,

$$f_m = \frac{f_{ref}}{4 \times K}$$

여기서, f_{ref} 는 기준 주파수인

대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

허쉬-키스 프로파일의 삼각파 변조의 양 끝에서 에너지 집중 현상을 제거하기 위해 최대 주파수와 최소 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 증가시킴으로써 에너지를 감소시키고, 중심 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 감소시킴으로써 에너지를 증가시키는

대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

변조기 블록을 통해 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기와 DSM을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 단계는,

MASH(Multi-stage noise shaping) 방식의 DSM을 사용하여 입력에 따라 오버플로의 생성비율이 변하게 되고, 생성비율이 변화하는 오버플로가 MMD의 제어 신호로 입력되어, 입력된 제어 신호에 따라 MMD의 분주비가 결정되는

대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 사용되고 있는 마이크로프로세서, 광 통신용 송, 수신라인 통신 칩의 데이터 전송 속도가 높아지고 전송량이 증가하면서 요구되는 동작 주파수가 높아지고 있다. 이에 따라 칩 내, 외부에서 전압과 전류의 고속 전환 및 신호의 왕복에 의해서 발생된 EMI 성분의 증가는 전력 소모 및 정확한 신호의 송, 수신에 주요 장애 요인이 되고 있다. 이러한 전자기 간섭 문제를 해결하기 위해 대역 확산 클럭 발생기(Spread Spectrum Clock Generator; SSCG)가 많이 사용된다. 이는 출력 신호의 중심 주파수를 주기적으로 변화시켜 주파수별 출력 전력을 낮춰 줌으로써 효과적으로 전자기 간섭 현상을 줄여주는 방법이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 분주기의 분주비를 주기적으로 바꾸어 주는 방법을 사용하고, 디지털 블록 기반으로 설계하여 각 파라미터들을 제어 가능하게 함으로써 전자기 간섭 문제를 효과적으로 해결하기 위한 대역 확산 클럭 발생기를 제공하는데 있다. 더욱 상세하게는, 변조 주파수, 변조 프로파일, 확산 비율, 변조 종류 등 각 파라미터들을 제어 가능하게 하는 대역 확산 클럭 발생기 회로를 제안한다.

과제의 해결 수단

[0004] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기는 PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력하는 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록 및 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 변조기 블록을 포함한다.

[0005] 변조기 블록의 허쉬-키스 프로파일 발생기는 복수의 카운터 회로를 포함하고, 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope), 분주비(M), 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K), 확산 유형 선택을 입력 받고, 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K)는 0부터 K 값까지 증가와 감소를 반복하며, 변조 주파수(Modulation Frequency, f_m)는 하기식을 이용하여 결정되고,

$$f_m = \frac{f_{ref}}{4 \times K}$$

[0006]

여기서, f_{ref} 는 기준 주파수이다.

[0007]

[0008] 변조기 블록의 허쉬-키스 프로파일 발생기는 삼각파 변조의 양 끝에서 에너지 집중 현상을 제거하기 위해 최대 주파수와 최소 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 증가시킴으로써 에너지를 감소시키고, 중심 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 감소시킴으로써 에너지를 증가시킨다.

[0009] 변조기 블록의 DSM은 MASH(Multi-stage noise shaping) 방식의 DSM을 사용하여 입력에 따라 오버플로의 생성비율이 변하게 되고, 생성비율이 변화하는 오버플로가 MMD의 제어 신호로 입력되어, 입력된 제어 신호에 따라 MMD의 분주비가 결정된다.

[0010] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법은 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록의 PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력하는 단계 및 변조기 블록을 통해 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 실시예들에 따른 대역 확산 클럭 발생기 회로는 분주기의 분주비를 주기적으로 바꾸어 주는 방법을 사용하고, 디지털 블록 기반으로 설계하여 변조 주파수, 변조 프로파일, 확산 비율, 변조 종류 등 각 파라미터들을 제어 가능하게 함으로써 전자기 간섭 문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 허쉬-키스 프로파일 발생기의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 MASH 구조를 사용한 2차 DSM의 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 MMD의 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 허쉬-키스 변조 프로파일을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 허쉬-키스 변조 프로파일의 생성 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스펙트럼의 고조파 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼톤 허쉬-키스 변조 프로파일을 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기의 블록도이다.
- [0016] 제안하는 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기는 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록(110) 및 변조기 블록(120)을 포함한다.
- [0017] 분수형 위상 고정 루프블록(110)은 PLL(111)을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)(112)를 거쳐 분주된 신호로 출력한다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따르면, PLL 블록에서 생성된 주파수를 MMD를 거쳐 분주된 신호는 2차 DSM과 허쉬-키스 프로파일 발생기의 입력 클럭으로 들어간다.
- [0019] 변조기 블록(120)은 분수형 위상 고정 루프(110)의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)(121)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)(122)을 거쳐 MMD(112)의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력한다.
- [0020] 허쉬-키스 프로파일 발생기(121)는 복수의 카운터 회로를 포함하고, 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope), 분주비(M), 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K), 확산 유형 선택을 입력 받아 변조 주파수(Modulation Frequency, f_m)를 결정한다.
- [0021] 허쉬-키스 프로파일 발생기(121)는 삼각파 변조의 양 끝에서 에너지 집중 현상을 제거하기 위해 최대 주파수와 최소 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 증가시킴으로써 에너지를 감소시키고, 중심 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 감소시킴으로써 에너지를 증가시킨다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따른 DSM(122)은 MASH(Multi-stage noise shaping) 방식의 2차 DSM을 사용한다. 이러한 DSM을 사용하여 입력에 따라 오버플로의 생성비율이 변하게 되고, 생성비율이 변화하는 오버플로가 MMD의 제어 신호로 입력되어, 입력된 제어 신호에 따라 MMD의 분주비가 결정된다. DSM(122)의 출력 2bit가 MMD(112)의 입력 값으로 들어가 분주비를 주기적으로 변화시키는 역할을 하게 된다. 또한 허쉬-키스 프로파일 발생기(121)는 각 여러 비트의 입력을 받아 각 변조 파라미터들을 제어 가능 하도록 설계하였다.
- [0024] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 허쉬-키스 프로파일 발생기의 블록도이다.
- [0025] 본 발명의 실시예에 따른 허쉬-키스 프로파일 발생기는 총 3개의 카운터 회로로 구성되고, 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope), 분주비(M), 업/다운 카운터(UP/DN Counter)의 카운팅 범위(K), 확산 유형 선택(Spread type select)을 입력 받는다. K 값은 UP/DN 카운터의 카운팅 범위를 결정하는 값으로 '0'부터 'K' 값까지 증가와 감소를 반복하여, 변조 주파수(Modulation Frequency, f_m)를 결정하는 값이고 다음과 같이 정

의된다:

$$f_m = \frac{f_{ref}}{4 \times K} \quad (1)$$

확산 유형 선택(Spread type select)은 다운, 센터, 업 스프레드를 결정하는 입력 값이고, '01' 일 때 다운, '10' 일 때는 센터, 마지막으로 '11' 일 때는 업 스프레드로 동작하게 된다.

제2 UP 카운터(UP Counter2)는 업/다운 카운터(UP/DN Counter)가 K/M번 카운트 될 때 마다 동작된다. 그 때, 출력 기울기(Out slope)는 초기 기울기(Initial slope)만큼 업/다운 카운터(UP/DN Counter)가 동작함에 따라 변화하고, 제2 UP 카운터 가 동작함에 따라 델타 기울기(delta slope)만큼 추가적으로 변화를 주게 되어 기울기 값을 주기적으로 바꾸어 출력한다.

제3 UP 카운터(UP Counter3)는 M-1번만 카운트되어 제2 UP 카운터의 오버 카운팅(overcounting) 되는 것을 방지한다. 사인(sign) 신호는 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope)의 부호 비트이며, 기울기 값의 부호를 바꾸어 주어 주파수 증감 동작을 결정하게 된다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 MASH 구조를 사용한 2차 DSM의 블록도이다.

m-bit 델타-시그마 변조기는 입력 값에 따라서 변조기에 오버플로가 발생하고, 발생된 신호는 분주기의 제어 신호로 입력된다. 입력된 제어 신호는 분주기의 분주비율을 결정하게 되고, 분주된 VCO의 출력 신호 f_{div} 는 PFD에서 비교 주파수인 f_{ref} 와 비교하게 된다. 델타-시그마 출력의 평균은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Average = \frac{D}{2^n} \quad (n = DSM \text{ bit size}, D = DSM \text{ Input}) \quad (2)$$

본 발명에서 사용된 델타-시그마 변조기는 도 3과 같이 2차로된 MASH(Multi-stage noise shaping) 방식의 델타-시그마 변조기를 사용하였다. 출력 기울기(Out slope)를 입력 받아 델타-시그마 변조기 입력 값을 변화시켜 주게 된다. 변화하는 값(D_M)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_M = 2 \times \frac{K}{M} \times \sum_{j=0}^{M-1} (Initial \text{ slope} - j \times delta \text{ slope}) \quad (3)$$

이로 인해 변조기에서 발생하는 오버플로의 생성비율이 변하게 되고, 출력의 평균값이 변하게 된다. 이 값은 MMD(Multi-modulus Divider)의 입력 신호로 들어가게 되고 출력이 계속 변화하기 때문에 MMD의 분주비율은 변화하게 된다. 이 평균값이 증가함에 따라 PLL단에서 출력 되는 주파수는 증가하게 되고 마찬가지로 평균값이 감소할 때에는 주파수가 감소하게 된다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 MMD의 블록도이다.

2차 델타-시그마 변조기를 사용할 경우 출력 값은 표 1과 같이 다양한 비트의 시퀀스(sequence)로 나오게 된다.

[0040] <표 1>

C0	C1	C2	R0	R1	R2	R3	N
0	0	0	1	1	1	0	55
0	0	1	0	1	1	0	54
0	1	0	0	0	0	1	56
0	1	1	1	1	1	0	55
1	0	0	0	0	0	1	56
1	0	1	1	1	1	0	55
1	1	0	1	0	0	1	57
1	1	1	0	0	0	1	56

[0041]

[0042] 2차 델타-시그마 변조기의 출력은 C0, C1, C2로서 델타-시그마 변조기의 입력에 따른 평균값을 시퀀스로 출력한다. 따라서 2차 델타-시그마 변조기의 출력에 따라 분주기는 각각 N, N+1, N+2. N-1의 분주비로 동작하게 된다. 4.95GHz의 동작 주파수를 원한다면, 90MHz의 기준 클럭으로 인해 N=55가 되고, 2차 델타-시그마 변조기의 출력에 따라 55, 56, 57, 54 분주를 하게 된다. R값에 따른 분주비 변화를 표 2에 나타내었다.

[0043] <표 2>

	N=54	N=55	N=56	N=57
R0	0	1	0	1
R1	1	1	0	0
R2	1	1	0	0
R3	0	0	1	1

[0044]

[0046] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 허쉬-키스 변조 프로파일을 나타내는 도면이다.

[0047] 도 5(a)는 삼각파 변조 프로파일이고, 도 5(b)는 허쉬-키스 변조 프로파일이다. 변조 프로파일은 대역 확산 클럭 발생기에서 출력되는 클럭의 주파수 변동 곡선을 시간의 관점에서 관찰한 곡선이다. 이는 대역 확산 클럭 발생기의 성능을 판단하는 중요한 요인이며, 출력 주파수의 스펙트럼이 확산되는 모양을 직접적으로 결정하게 된다. 스펙트럼의 전체 에너지는 일정하므로 확산된 스펙트럼의 모양이 균일 할수록 평탄한 전력 밀도를 가지며 최대 파워는 감소하게 된다.

[0048] 허쉬-키스 변조 프로파일에서는 삼각파 변조의 양 끝에서의 에너지 집중 현상을 제거하기 위해 최대 주파수와 최소 주파수에서 시간에 따른 주파수의 변화가 크게 되도록 한다. 또한 중심 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 더 작게 하여 중심 주파수의 에너지를 증가시킨다. 스펙트럼 양 끝의 에너지가 줄어들게 되고 중심 주파수 부분에서의 에너지는 조금 늘어나서 스펙트럼이 전체적으로 균일한 전력밀도를 갖는 모습을 보이게 된다.

[0050] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 허쉬-키스 변조 프로파일의 생성 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 업/다운 카운터(UP/DN Counter)의 값이 'K'에 도달할 때마다 사인(sign) 신호의 값이 '0'에서 '1'또는 '1'에서 '0'으로 바뀐다. 도 6에서 확인할 수 있듯이 사인 신호가 '1'일 때에는 주파수의 방향이 감소하는 방향이고 '0'일 때에는 주파수의 방향이 증가하는 방향으로 동작하고, 주기는 변조 프로파일의 반주기가 된다. 그러므로 변조 주파수는 식 (1)과 같이 업/다운 카운터의 비트수(K)와 위상 고정 루프(PLL)의 기준 클럭과 관계되어

있다. 분수형 위상 고정 루프에서 만약 55.5의 분주 비율로 분주한다고 하면 0.5의 평균값이 필요하게 된다. 식 (2)에 의해 $n=15$ 일 경우, D 의 값은 16384가 되고 이 값은 출력 기울기(Out slope)의 초기값으로 지정되고, 업/다운 카운터가 카운팅 될 때마다 출력 기울기는 초기 기울기만큼 사인 값에 따라 증감한다. 이후 제2 UP 카운터(UP Counter2)가 카운팅 되면 델타 기울기(delta slope)만큼 추가적으로 더해져 증감한다. 이 값을 프로파일의 기울기 값으로 입력하여 변조 주파수의 끝부분에서는 가파른 기울기 값을 갖고 중간 부분에서는 보통의 기울기 값을 가지게 되면서 허쉬-키스 변조 프로파일을 형성하게 된다. 만약 델타 기울기의 값이 '0' 이라면 제2 UP 카운터(UP Counter2)가 동작해도 기울기의 변화량이 0이기 때문에 초기 기울기(Initial slope) 값으로 일정한 기울기로 변화하게 되기 때문에 삼각파 변조 프로파일을 형성하게 된다.

[0052] 확산 비율(δ)은 제2 UP 카운터(UP Counter2)의 비트수와 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope)의 값으로 조정이 가능하다. 초기 기울기(Initial slope)와 델타 기울기(delta slope)의 값을 크게 가져 갈수록 확산비율을 크게 가져갈 수 있다. 본 발명에서는 확산비율을 0.5% ~ 2%를 맞추기 위해 DSM(Delta-sigma modulator)은 15bit로 설계하였고, 초기 기울기는 4bit, 델타 기울기는 3bit로 설계하였다.

[0053]
$$\delta = \frac{|D_M|}{N \times 2^{DSM \text{ bit size}} + D} \quad (4)$$

[0055] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스펙트럼의 고조파 특성을 나타내는 도면이다.

[0056] 확산비율이 커짐에 따라 주파수의 변화폭이 커지며 EMI 감쇠를 이끌어 낼 수 있다. 도 7(a)와 같이 확산비율이 변하지 않고 일반적인 변조 프로파일을 사용할 경우 일정한 간격으로 스펙트럼이 나타나게 된다. 0.5%의 확산비율을 가지고 주파수 변조를 통해 더 많은 전자파 감소를 하기 위해서는 도 7(b)와 같이 스펙트럼이 나타나는 간격을 줄여야 한다.

[0058] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼톤 허쉬-키스 변조 프로파일을 나타내는 도면이다.

[0059] 도 8과 같이 서로 다른 주파수를 가지는 2개의 허쉬-키스 프로파일을 더해 새로운 변조 프로파일을 형성한다. 2개의 파형 중에 진폭을 변하게 하는 느린 주파수 때문에 스펙트럼의 간격이 일정하게 나오지 않고 간격 외 주파수에서도 스펙트럼이 나타나 더 좁은 주파수 간격으로 에너지를 분산시켜서 스펙트럼의 크기를 작아지게 만든다.

[0061] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0062] 제안하는 제어 가능한 변조 파라미터를 가지는 대역 확산 클럭 발생기의 동작 방법은 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록의 PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력하는 단계(910) 및 변조기 블록을 통해 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력하는 단계(920)를 포함한다.

[0063] 단계(910)에서, 분수형 위상 고정 루프(Fractional-N PLL)블록의 PLL을 통해 생성된 주파수를 MMD(Multi-Modulus Divider)를 거쳐 분주된 신호로 출력한다.

[0064] 본 발명의 실시예에 따르면, PLL 블록에서 생성된 주파수를 MMD를 거쳐 분주된 신호는 2차 DSM과 허쉬-키스 프로파일 발생기의 입력 클럭으로 들어간다.

[0065] 단계(920)에서, 변조기 블록을 통해 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력한다.

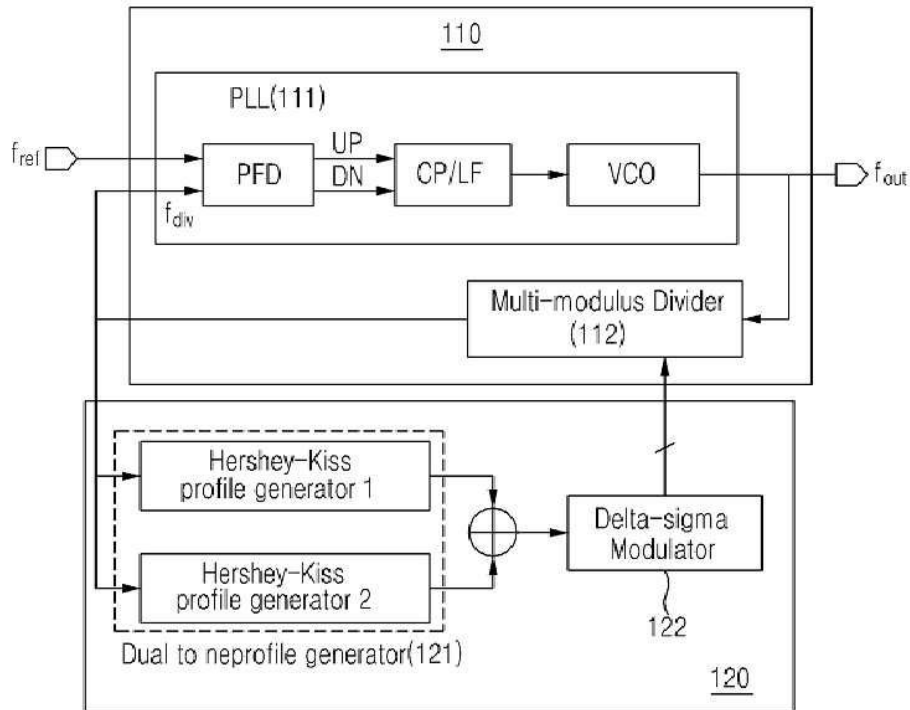
[0066] 변조기 블록은 분수형 위상 고정 루프의 출력을 입력 클럭으로 받아 허쉬-키스 프로파일 발생기(Hershey-Kiss profile generator)와 DSM(Delta-Sigma Modulator)을 거쳐 MMD의 분주비를 결정하기 위한 제어 신호를 출력한다.

- [0067] 허쉬-키스 프로파일 발생기는 복수의 카운터 회로를 포함하고, 초기 기울기(Initial slope), 델타 기울기(delta slope), 분주비(M), 업/다운 카운터의 카운팅 범위(K), 확산 유형 선택을 입력 받아 변조 주파수(Modulation Frequency, f_m)를 결정한다.
- [0068] 허쉬-키스 프로파일 발생기는 삼각파 변조의 양 끝에서 에너지 집중 현상을 제거하기 위해 최대 주파수와 최소 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 증가시킴으로써 에너지를 감소시키고, 중심 주파수에서는 시간에 따른 주파수의 변화를 감소시킴으로써 에너지를 증가시킨다.
- [0069] 본 발명의 실시예에 따른 DSM은 MASH(Multi-stage noise shaping) 방식의 2차 DSM을 사용한다. 이러한 DSM을 사용하여 입력에 따라 오버플로의 생성비율이 변하게 되고, 생성비율이 변화하는 오버플로가 MMD의 제어 신호로 입력되어, 입력된 제어 신호에 따라 MMD의 분주비가 결정된다. DSM의 출력 2bit가 MMD의 입력 값으로 들어가 분주비를 주기적으로 변화시키는 역할을 하게 된다. 또한 허쉬-키스 프로파일 발생기는 각 여러 비트의 입력을 받아 각 변조 파라미터들을 제어 가능 하도록 설계하였다.
- [0071] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0072] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0073] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0074] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0075] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

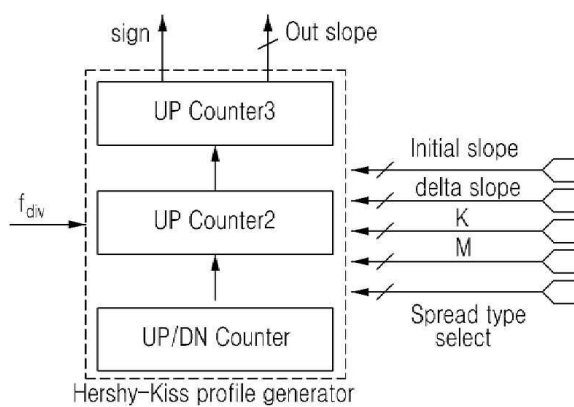
다.

도면

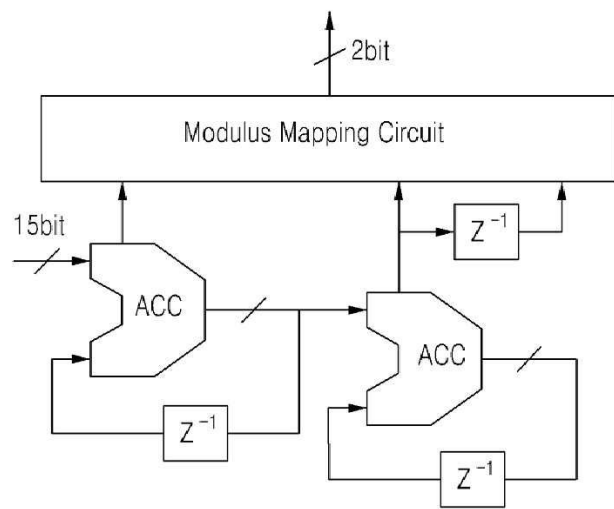
도면1



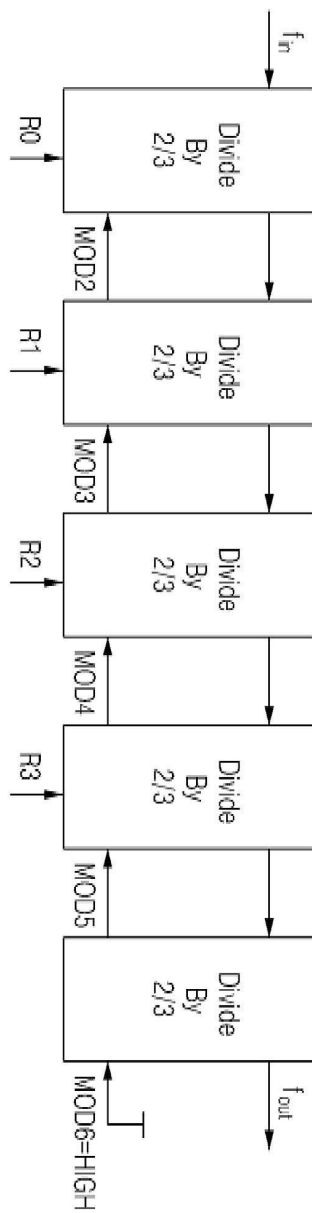
도면2



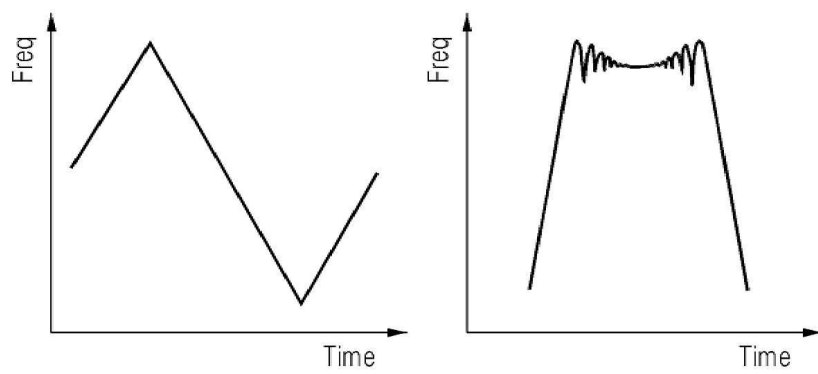
도면3



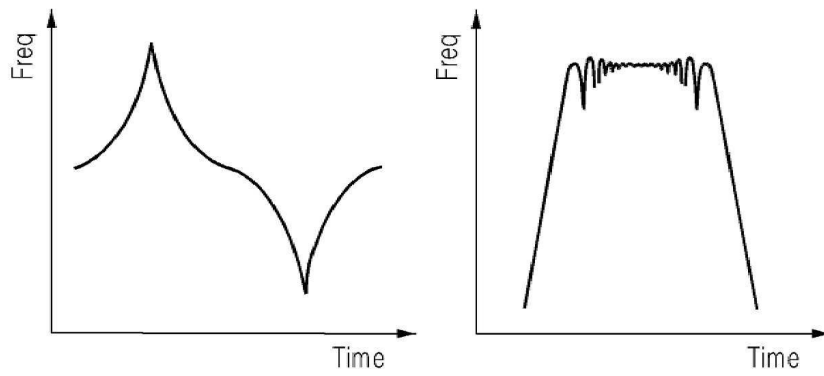
도면4



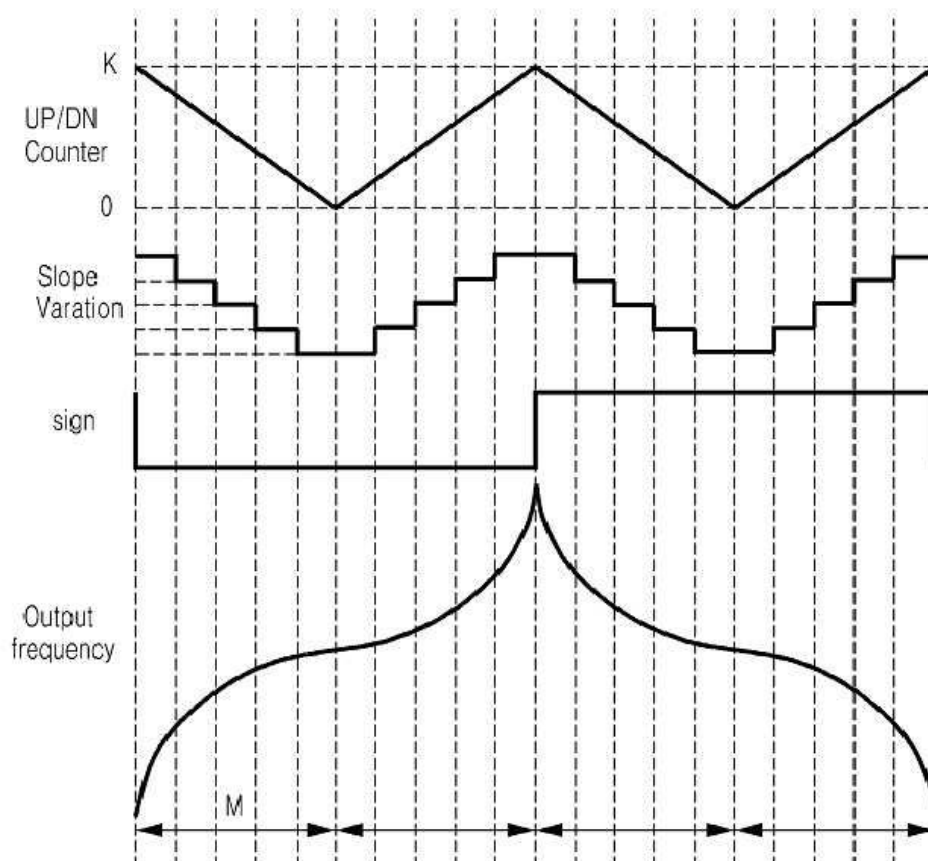
도면5a



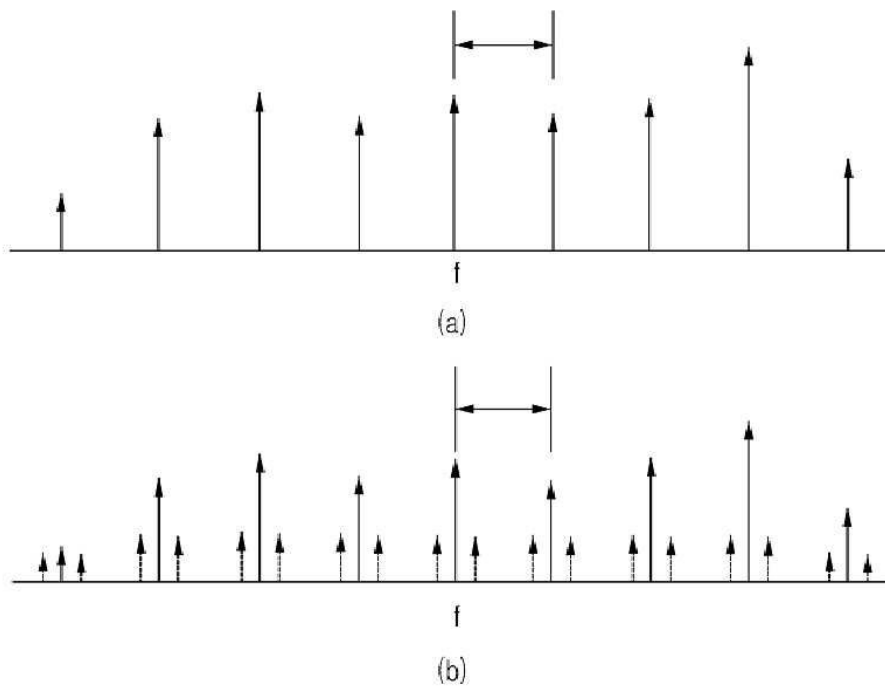
도면5b



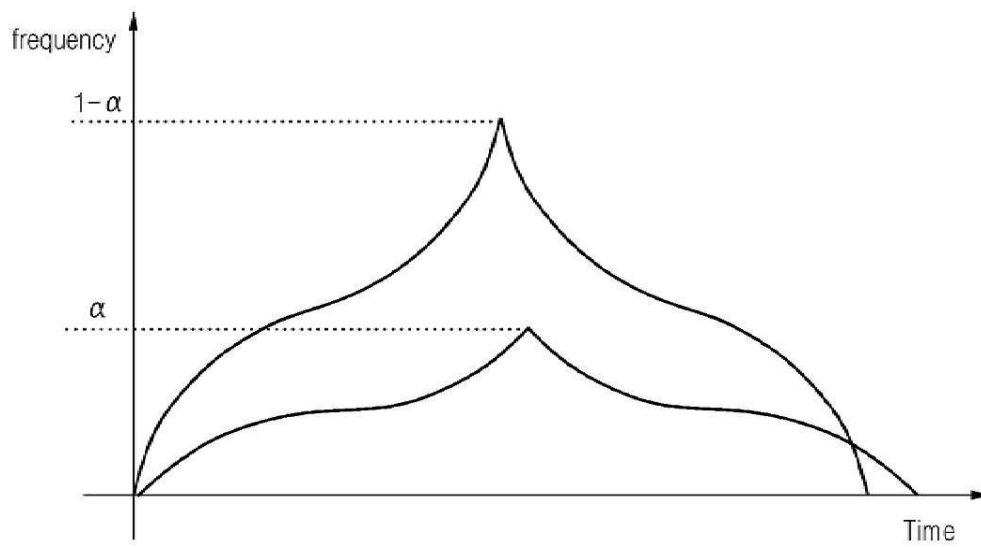
도면6



도면7



도면8



도면9

