(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월20일
(11) 등록번호 10-1780598
(24) 등록일자 2017년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03B 27/00 (2006.01) *H03B 19/10* (2006.01)
H03B 5/12 (2014.01) *H03B 5/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03B 27/00 (2013.01)
H03B 19/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0094882
(22) 출원일자 2016년07월26일
심사청구일자 2016년07월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR100756031 B1*
JP2014204381 A*
US20130093530 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이재성
서울특별시 마포구 백범로37길 12 109-2002 (신공덕동, 신공덕삼성1차아파트)
송기룡
서울특별시 강동구 고덕로27길 36 108-901 (암사동, 강동현대홈타운아파트)
(74) 대리인
송인호, 윤형근, 최영중, 최관락

전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 박정근

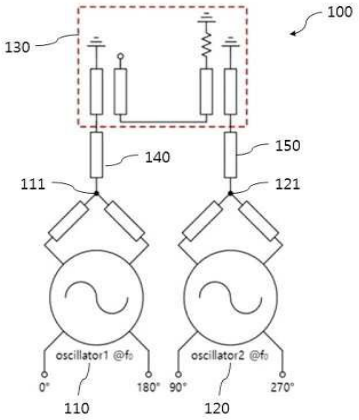
(54) 발명의 명칭 **직교위상 전압 제어 발진기**

(57) 요 약

본 발명은 고주파대역에서 직교위상신호를 만들어 주는 직교위상 전압 제어 발진기에 관한 것이다.

본 발명의 일실시예에 의한 직교위상 전압 제어 발진기는 제1차동 전압 제어 발진기; 제2차동 전압 제어 발진기; 및 상기 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드 및 상기 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드와 연결된 마천드 발룬(marchand balun)을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H03B 5/1218 (2013.01)
H03B 5/1841 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2016901614
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원
연구과제명 전자소자 기반 초소형 테라헤르츠 3D 토모그래피 이미징 회로 및 시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교 산학협력단
연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1차동 전압 제어 발진기;

제2차동 전압 제어 발진기;

상기 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드 및 상기 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드와 연결된 마천드 발룬(marchand balun);

상기 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드와 연결되어 상기 마천드 발룬과 연결되는 제1트랜스미션 라인; 및

상기 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드와 연결되어 상기 마천드 발룬과 연결되는 제2트랜스미션 라인을 포함하되,

상기 제1트랜스미션 라인의 길이와 상기 제2트랜스미션 라인의 길이는 동일하고, 상기 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드 및 상기 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드는 180도의 위상 차이를 유지하는 것을 특징으로 하는 직교위상 전압 제어 발진기.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 마천드 발룬은

90도 커플러 두 개가 서로 연결된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 직교위상 전압 제어 발진기.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드 및 상기 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드는 발진기 주파수의 2배에서 차동 신호가 출력되는 것을 특징으로 하는 직교위상 전압 제어 발진기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 직교위상 전압 제어 발진기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고주파대역에서 직교위상신호를 만들어 주는 직교위상 전압 제어 발진기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전압제어 발진기(VCO: Voltage-Controlled Oscillator)는 외부에서 인가되는 전압에 따라 발진 신호의 주파수가 변화될 수 있는 회로로 무선 송수신기에서 중요한 구성 요소로 사용되고 있다. 관련 선행문헌으로 대한민국 등록특허 제10-0551481호가 있다.

[0003] 한편, 밀리미터나 테라헤르츠 등의 초고주파 대역은 회로 분야에 있어서 광대역 통신시스템 및 주파수 특성을 이용한 이미징 시스템 등의 연구가 진행되고 있는데 기존의 저주파수 대역을 활용하는 상용 회로들과는 달리 반도체 소자 기반에서 수 ㎟ 이하의 공간에 원하는 수동 소자들을 집어넣을 수 있다.

[0004] 따라서 밀리미터나 테라헤르츠회로를 미세집적회로 공정에서 제작할 경우 해당 회로에서 필요한 수동소자는 공정에서 제공하는 금속 층을 활용한 전송선로 등을 이용하여 작은 칩 공간 안에 제한적인 규격으로 구현이 가능해 진다.

[0005] 위상 정보를 이용한 무선 통신 변조 중 직교위상 편이 변조(QPSK)를 위해서는 직교위상 전압 발진기를 국부 발진기(Local oscillator)로 사용하게 된다.

[0006] 최근에는 100 GHz 이상의 초고주파 대역에서 광대역을 특성을 가지고 구성된 직교위상 전압 제어 발진기에 대한 연구가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 고주파대역에서 적합하게 설계된 직교위상 전압 제어 발진기를 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명의 목적은 넓은 주파수 범위에서 직교위상 신호를 유지하게 되는 구조를 가지는 직교위상 전압 제어 발진기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 제1차동 전압 제어 발진기; 제2차동 전압 제어 발진기; 및 상기 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드 및 상기 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드와 연결된 마천드 발룬(marchand balun)을 포함하는 것을 직교위상 전압 제어 발진기가 개시된다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일실시예에 의한 직교위상 전압 제어 발진기는 고주파 대역에서도 직교위상 신호를 발생시킬 수 있는 구조로, 소자 사이를 연결하는 부분의 기생 인덕턴스나 커패시턴스 등 회로 특성에 큰 영향을 주는 요소에 영향을 받지 않는다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 의하면, 마천드 발룬을 이용하여 두 개의 차동 전압제어 발진기를 초-고조파결합을 함으로써, 기존 밀리미터나 테라헤르츠 대역에서 제작되어 보고된 전송선로를 직렬로 바로 연결한 초-고조파결합에 비해 직교 위상 신호를 광대역에서 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 종래의 직교위상 전압 제어 발진기를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 직교위상 전압 제어 발진기를 나타내는 도면이다.

도 3은 도 1의 직교위상 전압 제어 발진기의 시뮬레이션을 위해 중심주파수에 600 GHz가 할당된 상태를 나타낸다.

도 4는 도 2의 직교위상 전압 제어 발진기의 시뮬레이션을 위해 중심주파수에 600 GHz가 할당된 상태를 나타낸다.

도 5는 도 3 및 도 4에 할당된 값에 의해 시뮬레이션 된 위상 결과를 나타낸다.

도 6은 도 2의 직교위상 전압 제어 발진기가 구현된 회로도를 나타낸다.

도 7은 도 6에 표시된 A부터 F노드에서의 신호 변화를 시간 축에서 살펴 본 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 본 발명의 일실시예와 관련된 직교위상 전압 제어 발진기에 대해 도면을 참조하여 설명하도록 하겠다.

[0014] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0015] 도 1은 종래의 직교위상 전압 제어 발진기를 나타내는 도면이다.

[0016] 도시된 바와 같이, 종래의 초-고조파 결합을 이용한 초고주파 대역 집적회로 기반의 직교위상 전압제어 발진기의 경우, 일반적으로 f_0의 동작 주파수를 가지는 두 차동 전압제어 발진기의 공통 노드(commom node)를 $2f_0$ 주파수에서 위상이 180도 차이가 나는 전송선로(transmission line)로 이어서 두 발진기를 결합하여 초-고주파 결합을 한다. 이로 인하여 연결된 두 지점의 위상이 $2f_0$에서 180도 차이를 가지게 하여 f_0에서는 위상이 직교관계로 묶이게 된다.

[0017] 그러나 도 1과 같은 형태의 종래 직교위상 전압 제어 발진기는 100 GHz 이상의 초고주파 대역에서는 소자 사이를 연결하는 부분의 기생 인덕턴스나 커패시턴스가 회로 특성에 큰 영향을 주게 된다. 따라서 직교위상 전압 제어 발진기 구성 시 이러한 결합을 위한 추가되는 구조가 직교위상을 발생시키는 데에 최대한 영향을 주지 못하도록 해야 한다.

[0018] 도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 직교위상 전압 제어 발진기를 나타내는 도면이다.

[0019] 도시된 바와 같이, 직교위상 전압 제어 발진기(100)는 제1차동 전압 제어 발진기(110), 제2차동 전압 제어 발진기(120), 마천드 발룬(130), 제1트랜스미션 라인(140), 제2트랜스미션 라인(150)을 포함할 수 있다.

[0020] 상기 직교위상 전압 제어 발진기(100)는 종래의 $2f_0$에서 위상이 180도 차이가 나는 전송선로를 $2f_0$의 중심주파수를 가지는 마천드 발룬(130)으로 대체한 것으로, 상기 마천드 발룬(130)의 차동 출력 부분에 두 차동 전압 제어 발진기(110, 120)의 가상 접지노드를 각각 연결하는 것으로 초-고주파결합을 한다.

[0021] 즉, 상기 마천드 발룬(130)의 일단은 제1트랜스미션 라인(140)을 통해 제1차동 전압 제어 발진기의 공통 노드(111)에 연결되고, 상기 마천드 발룬(130)의 또 다른 일단은 제2트랜스미션 라인(150)을 통해 제2차동 전압 제어 발진기의 공통 노드(121)에 연결될 수 있다. 두 공통 노드(111, 121) 간에는 180도의 위상 차이가 유지된다.

[0022] 초고주파 대역의 전압제어 발진기의 경우 주파수 변화 범위가 광대역이라 직교위상을 위한 결합 또한 광대역을 특성을 가지고 있어야 구성된 직교위상 전압제어 발진기를 이용한 광대역 직교위상 편이 변조 방식의 통신을 가능케 할 수 있다.

[0023] 상기 직교위상 전압 제어 발진기(100)는 $2f_0$의 중심주파수를 가지는 마천드 발룬(130)을 이용하여 두 차동 전압 제어 발진기(110, 120)을 초-고조파 결합을 함으로써, 기존 밀리미터나 테라헤르츠 대역에 맞게 제작되어 보고된 전송선로를 직렬로 바로 연결한 초-고조파결합에 비해 직교 위상 신호를 광대역에서 생성할 수 있다. 이에 대해서는 후술하는 도면을 통해 확인이 가능하다.

[0024] 도 3은 도 1의 직교위상 전압 제어 발진기의 시뮬레이션을 위해 중심주파수에 600 GHz가 할당된 상태를 나타내고, 도 4는 도 2의 직교위상 전압 제어 발진기의 시뮬레이션을 위해 중심주파수에 600 GHz가 할당된 상태를 나타낸다. 도 4에서 마천드 발룬은 90도 커플러가 서로 연결된 구조를 가질 수 있다.

[0025] 이상적인 상황에서 전송선로를 사용하여 중심주파수가 600 GHz인 180도 라인으로 양쪽에 50 옴의 시뮬레이션 포트를 단 도 3과 중심주파수가 600 GHz인 마천드 발룬(300)에 단일입력 부분과 차동출력 부분에 50옴의 시뮬레이션 포트를 단 도 4의 주파수 특성을 시뮬레이션 해 보면 도 5와 같은 각각의 위상 그래프를 얻을 수 있다.

[0026] 도 5는 도 3 및 도 4에 할당된 값에 의해 시뮬레이션 된 위상 결과를 나타낸다.

[0027] 도시된 바와 같이, 두 위상 그래프를 비교해보면 180도 전송선로와 달리 마천드 발룬의 경우 주파수에 따른 180도 위상의 변화가 상대적으로 작은 것을 알 수 있다. 이것은 결합하는 두 차동 전압 제어 발진기(110, 120)의 가상 접지노드 간 180도 위상 차이(발진기 주파수의 두배)를 보다 넓은 주파수 범위에서 유지시켜준다.

[0028] 도 6은 도 2의 직교위상 전압 제어 발진기가 구현된 회로도를 나타낸다. 좀 더 구체적으로, 도 6은 Vtune으로 발진 주파수를 변경하는 트랜지스터 기반의 크로스 커플드 전압 제어 발진기에 마천드 발룬을 이용하여 초-고주파 결합을 한 모습이다.

[0029] 도시된 바와 같이, TL3, 4와 TL5, 6은 발진기의 로드 역할을 하며 같은 길이를 사용하여 각각의 노드 E와 F에 발진주파수 f_0 에서의 가상접지를 만든다. TL7, 8와 TL9, 10 역시 로드 역할을 하며 발진기의 전압 스윙을 출력 노드인 A, B, C, D에 전달한다. TL1과 TL2은 두 발진기의 E와 F 노드를 마천드 발룬의 차동 출력 부분으로 연결할 때 추가적으로 필요한 전송선로로서 이 두 전송선로의 길이가 같다면 도 6에서 마천드 발룬이 반으로 접혀서

연결된 형태로 인하여 TL1과 TL2의 위상 변화가 반대로 일어난다. 따라서 E와 F노드의 위상 차이를 보게 되면 TL1과 TL2이 길이가 같다면 각각으로 인한 위상변화는 상쇄될 수 있다.

[0030] 한편, 발룬(balun)은 balanced to unbalanced 에서 나온 말로 balanced 신호(differential)을 unbalanced(single-ended) 신호로 또는 그 반대로 변환 하는데 사용하는 패시브 회로나 소자를 통칭하는 말이다. 그 종류는 여러 가지가 있는데 트랜스포머를 사용하는 것이 일반적이나 액티브소자를 이용하기도 할 수 있다. 이 중 본 발명의 일실시예와 관련된 마천드 발룬은 특정 주파수의 90도 커플러 두 개를 이용하여 특정한 방법으로 연결하게 되면 해당 주파수에서 밸런스 신호와 언밸런스 신호의 변화를 가져오게 할 수 있다. 마천드 발룬은 그 구조가 간단하고 구현하기가 쉬워서 동작주파수 높은 이유로 파장이 길이가 너무 짧아 트랜스포머를 구성하지 못하는 경우에도 만들 수 있다는 이점이 있다.

[0031] 도 7은 도 6에 표시된 A부터 F노드에서의 신호 변화를 시간 축에서 살펴 본 그래프이다.

[0032] 도시된 바와 같이, 도 7은 도 6에 표시된 A부터 F노드에서의 신호 변화를 시간 축에서 살펴 본 것으로서 초-고주파 결합으로 인하여 노드 E와 F는 발진 주파수의 2배에서 차동 신호가 나옴을 보이고 있으며 노드 A, B, C, D에서 직교 위상 차이를 가지는 출력 전압을 보인다.

[0033] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 의한 직교위상 전압 제어 발진기는 고주파 대역에서도 직교위상 신호를 발생시킬 수 있는 구조로, 소자 사이를 연결하는 부분의 기생 인덕턴스나 커패시턴스 등 회로 특성에 큰 영향을 주는 요소에 영향을 받지 않는다.

[0034] 본 발명의 일실시예에 의하면, 마천드 발룬을 이용하여 두 개의 차동 전압제어 발진기를 초-고조파결합을 함으로써, 기존 밀리미터나 테라헤르츠 대역에서 제작되어 보고된 전송선로를 직렬로 바로 연결한 초-고조파결합에 비해 직교 위상 신호를 광대역에서 생성할 수 있다.

[0035] 상기와 같이 설명된 직교위상 전압 제어 발진기는 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0036] 100: 직교위상 발진기

110: 제1차동 전압제어 발진기

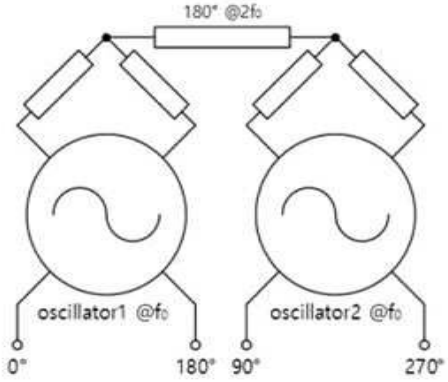
120: 제2차동 전압제어 발진기

130: 마천드 발룬

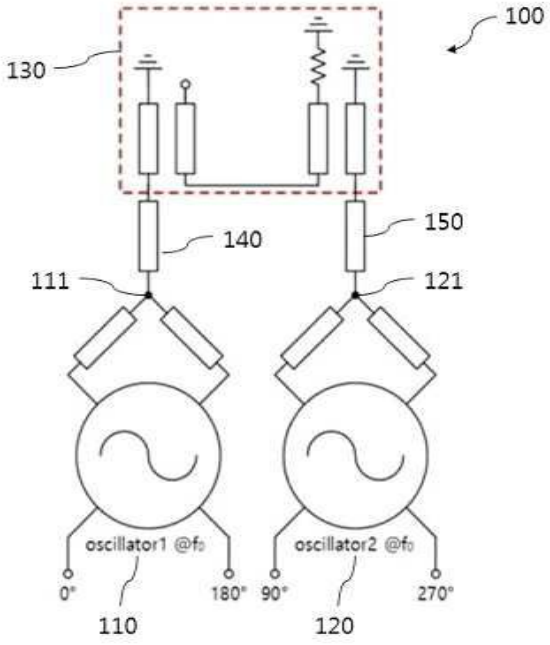
140, 150: 트랜스미션 라인

도면

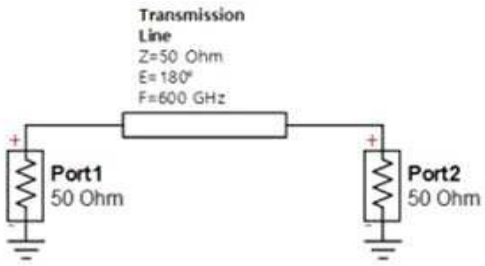
도면1


180° @2f0
oscillator1 @f0
oscillator2 @f0
0°
180°
90°
270°

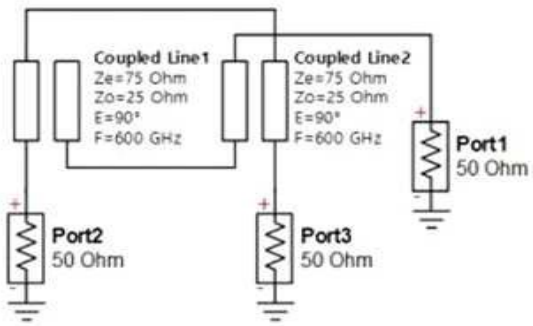
도면2


100
130
140
150
111
121
oscillator1 @f0
oscillator2 @f0
0°
180°
90°
270°
110
120

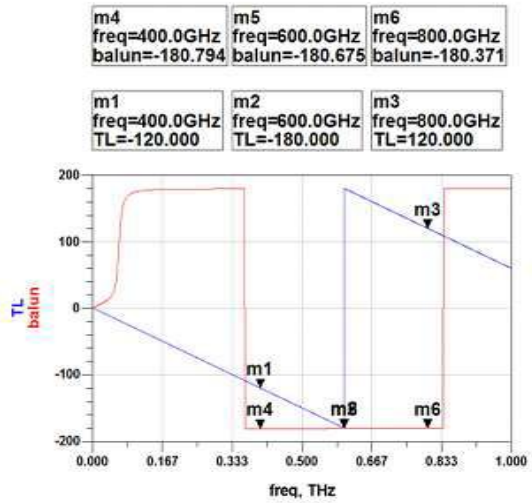
도면3


Transmission
Line
Z=50 Ohm
E=180°
F=600 GHz
Port1
50 Ohm
Port2
50 Ohm

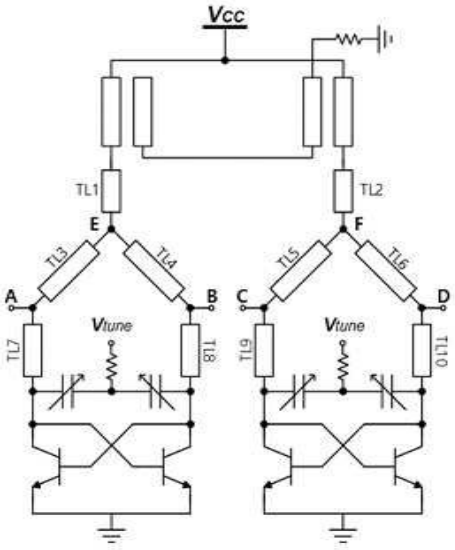
도면4


Coupled Line1
Ze=75 Ohm
Zo=25 Ohm
E=90°
F=600 GHz
Coupled Line2
Ze=75 Ohm
Zo=25 Ohm
E=90°
F=600 GHz
Port1
50 Ohm
Port2
50 Ohm
Port3
50 Ohm

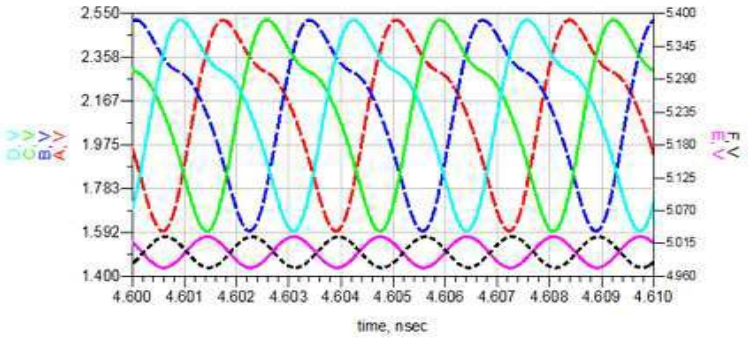
도면5


m4
freq=400.0GHz
balun=-180.794
m5
freq=600.0GHz
balun=-180.675
m6
freq=800.0GHz
balun=-180.371
m1
freq=400.0GHz
TL=-120.000
m2
freq=600.0GHz
TL=-180.000
m3
freq=800.0GHz
TL=120.000
TL
balun
200
100
0
-100
-200
0.000
0.167
0.333
0.500
0.667
0.833
1.000
freq, THz

도면6


Vcc
TL1
TL2
E
F
TL3
TL4
TL5
TL6
A
B
C
D
Vtune
Vtune
TL7
TL8
TL9
TL10

도면7


2.550
2.358
2.167
1.975
1.783
1.592
1.400
5.400
5.345
5.290
5.235
5.180
5.125
5.070
5.015
4.960
4.600 4.601 4.602 4.603 4.604 4.605 4.606 4.607 4.608 4.609 4.610
time, nsec