

(19) C2 (11) 72637 (13) UA

(98) вул. Пушкінська, 9, кв. 11, м. Київ, 01034

(85) 2003-03-25

(74) Пахаренко Антоніна Павлівна, (UA)

(45) [2005-03-15]

(43) null

(24) 2005-03-15

(22) 2001-08-21

(12) null

(21) 2003021629

(46) 2005-03-15

(86) 2001-08-21 PCT/DE01/03187

(30) 100 41 772.8 2000-08-25 DE

(54) ТАКТОВИЙ ГЕНЕРАТОР, ЗОКРЕМА ДЛЯ USB-ПРИСТРОЇВ ТАКТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР, В ЧАСТНОСТИ ДЛЯ УСТРОЙСТВ, ПОДКЛЮЧАЕМЫХ К ШИНЕ USB CLOCK-SIGNAL GENERATOR, SPECIFICALLY FOR USB-DEVICES

(56) US 5280195, 18.01.1994 2 Tietze, Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag, 11. Auflage, 1999, S. 190 ff. 3

(71)

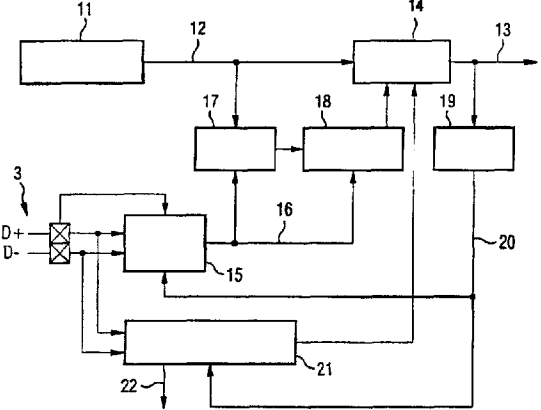
(72) DE Брунке Міхаель DE Брунке Міхаель DE Брунке Міхаель DE Прайс Віктор DE Прайс Віктор DE Прайс Віктор D E Ведер Уве DE Ведер Уве DE Ведер Уве

(73) DE ІНФІНЕОН ТЕКНОЛОДЖІС АГ DE ИНФИНЕОН ТЕКНОЛОДЖИС АГ DE INFINEON TECHNOLOGIES AG

В соответствии с техническими требованиями к устройствам, подключаемым к универсальной последовательной шине (USB), погрешность поддержания скорости передачи данных не должна превышать 0,25 %. В соответствии с изобретением, для генерации тактового сигнала, обеспечивающего требуемую точность поддержания скорости передачи данных, используется тактовый генератор без кварцевого резонатора. Предлагаемый генератор содержит внутренний генератор 11 тактовых импульсов, счетчик 17 тактовых импульсов, вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, запоминающее устройство 18 для запоминания количества импульсов и фильтр 14 импульсного сигнала. Счетчик импульсов предназначен для счета количества тактовых импульсов между двумя импульсами синхронизирующего сигнала 16, которые передаются в соответствии с техническими требованиями к устройствам, подключаемым к шине USB. Разность между определенным количеством импульсов и заданным количеством импульсов используется для настройки фильтра 14 импульсного сигнала, который удаляет избыточные импульсы, в результате чего обеспечивается генерация стабильного тактового сигнала 13.

Згідно з USB-специфікаціями необхідна точність частоти передачі даних 0,25 %. Для формування тактового сигналу, що має таку точність, відповідно до винаходу використовується вузол тактового генератора, що обходиться без кварцу. Відповідний винахові вузол тактового генератора містить внутрішній генератор (11) тактового сигналу, лічильник (17) імпульсів, з'єднаний з внутрішнім тактовим генератором (11), накопичувач (18) кількості імпульсів і фільтр (14) імпульсів. Лічильник імпульсів рахує кількість внутрішніх тактових імпульсів, сформованих між двома імпульсами сигналу (16) синхронізації, що передаються згідно з USB-специфікацією. Різниця між визначеною лічильником кількістю імпульсів і попередньо заданою кількістю оцінюється і використовується для керування фільтром (14) імпульсів, який гасить зайві імпульси. Таким чином формується стабілізований тактовий сигнал (13).

An accuracy in the data transfer rate of 0.25 % is required according to USB specifications. In order to generate a clock signal, which renders this accuracy possible, the invention enlists the use of a clock generator unit that operates without quartz. The inventive clock generator unit comprises an internal clock generator (11), a pulse counter (17), which is connected to the internal clock generator (11), a pulse number memory (18), and a pulse filter (14). The pulse counter counts the number of the internally generated clock pulses between two pulses of the synchronization signal (16), which are transmitted according to the USB specification. The difference between the determined pulse number and a specified pulse number is evaluated and is used for controlling the pulse filter (14) that suppresses pulses, thereby resulting in the generation of a stabilized clock signal (13).



1. Вузол тактового генератора, що містить

- внутрішній тактовий генератор (11, 31), виконаний з можливістю формування тактових імпульсів (12) з внутрішньою тактовою частотою, вищою або рівною порівняно з заданою тактовою частотою стабільного тактового сигналу,

- з'єднаний з внутрішнім тактовим генератором (11, 31) лічильник (17) імпульсів, виконаний з можливістю скидання в початковий стан сигналом (16) синхронізації,

- накопичувач (18) кількості імпульсів, виконаний з можливістю накопичення дійсної кількості сформованих тактових імпульсів у проміжку часу між попередніми імпульсами сигналу (16) синхронізації,

- фільтр (14) імпульсів, який із числа, записаного в накопичувачі (18) кількості імпульсів, і заданої кількості тактових імпульсів визначає кількість імпульсів, які слід вилучити із тактового сигналу (12) таким чином, що на його виході формується стабілізований тактовий сигнал (13), кількість тактових імпульсів якого за період сигналу синхронізації відповідає попередньо заданій кількості імпульсів.

2. Вузол тактового генератора за п. 1, який **відрізняється** тим, що накопичувач (18) кількості імпульсів виконаний з можливістю рахування кількості тактових імпульсів, сформованих між двома попередніми імпульсами сигналу (16) синхронізації.

3. Вузол тактового генератора за п. 1, який **відрізняється** тим, що накопичувач (18) кількості імпульсів виконаний з можливістю формування середнього значення кількості тактових імпульсів, сформованих між кількома попередніми імпульсами сигналу (16) синхронізації.

4. Вузол тактового генератора за п. 1, який **відрізняється** тим, що він містить декодер (15) синхронізації, виконаний з можливістю формування сигналу (16) синхронізації із вхідного сигналу (3), причому вихід стабілізованого тактового сигналу (13) зв'язаний з декодером (15) синхронізації.

5. Вузол тактового генератора за п. 1, який **відрізняється** тим, що сигнал (16) синхронізації є сигналом синхронізації, передбаченим USB-специфікацією.

6. Вузол тактового генератора за п. 1, який **відрізняється** тим, що частота стабілізованого тактового сигналу (13) на виході фільтра (14) імпульсів у ціле число разів більша, ніж необхідна задана частота робочого тактового сигналу (20), причому передбачений подільник (19) напруги, виконаний з можливістю формування робочого тактового сигналу (20) із стабілізованого тактового сигналу (13) на виході фільтра (14) імпульсів шляхом ділення частоти.

Винахід стосується вузла тактового генератора, застосовуваного зокрема у поєднанні з USB-пристроями. Відповідно до USB-специфікації для забезпечення швидкості передачі даних має бути дотримана певна точність. В режимі повної швидкості (Full-Speed) потрібна точність +/- 0,25%. Така точність може бути досягнута лише через точність частоти тактового сигналу, тому використовуваний тактовий сигнал також мусить мати цю високу точність. USB-шина не має явного тактового провідника. Тому кожен пристрій мусить містити власний пристрій для формування тактового сигналу. Якщо точність тактового сигналу буде недостатньою, пристрій не буде USB-сумісним.

Тактові сигнали зазвичай формують за допомогою схеми на чіпі, причому може бути досягнута точність +/- 3%. Відомо, що для підвищення точності необхідно застосовувати додатковий кварц. Такі схеми кварцових генераторів відомі, наприклад із книги "Tietze, Scfrenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag 1999, 11. Auflage" сторінки 910 і наступні. При цьому кварцовий модуль виконують у вигляді зовнішнього конструктивного елемента. Однак для багатьох застосувань необхідно або бажано, щоб всі конструктивні елементи були розміщені на чіпі. В разі використання зовнішнього кварцу на чіпі необхідні один чи два додаткові виводи, що, як правило, є небажаним і потребує додаткових коштів.

Наступну проблему становлять розміри кварцу, оскільки, наприклад, в разі чіп-карток не повинна або не може бути перевищена товщина 800 мкм. В разі використання кварцу дотримання цієї вимоги неможливе.

Тому в основу винаходу покладено задачу розробки вузла тактового генератора, що здатен формувати тактові сигнали з особливо високою точністю, але обходиться без кварцового елемента.

Ця задача вирішена у вузлі тактового генератора, який містить

- внутрішній тактовий генератор, виконаний з можливістю формування тактових імпульсів з внутрішньою тактовою частотою, вищою або рівною порівняно з заданою тактовою частотою стабільного тактового сигналу,
- з'єднаний з внутрішнім тактовим генератором лічильник імпульсів, виконаний з можливістю скидання в початковий стан сигналом синхронізації,
- накопичувач кількості імпульсів, виконаний з можливістю накопичення дійсної кількості сформованих тактових імпульсів у проміжку часу між попередніми імпульсами сигналу синхронізації,
- фільтр імпульсів, який із числа, записаного в накопичувачі кількості імпульсів, і заданої кількості тактових імпульсів визначає кількість імпульсів, які слід вилучити із тактового сигналу таким чином, що на його виході формується стабілізований тактовий сигнал, кількість тактових імпульсів якого за період сигналу синхронізації відповідає попередньо заданій кількості імпульсів.

Принцип дії відповідного винаходу вузла тактового генератора ґрунтується на тому, що, згідно з USB-специфікацією, через регулярні проміжки часу, у режимі Full-Speed, наприклад, щомілісекунди передається імпульс синхронізації, причому частота цього сигналу синхронізації має набагато більшу точність, ніж частота передачі даних. Виходячи із постійного інтервалу між імпульсами сигналу синхронізації і бажаної заданої частоти, встановлюють, скільки тактових імпульсів мусить сформувати тактовий генератор між двома імпульсами сигналу синхронізації. Шляхом порівняння заданої кількості імпульсів з дійсною кількістю імпульсів між двома попередніми імпульсами синхронізації, визначають, наскільки дійсна тактова частота відрізняється від заданої. Шляхом відфільтрування зайвих імпульсів із внутрішнього тактового сигналу дійсна тактова частота може бути зменшена до заданої тактової частоти.

У переважній формі виконання винаходу оцінюють не лише кількість тактових імпульсів між двома попередніми імпульсами синхронізації, але й середнє значення кількості вказаних тактових імпульсів за кілька періодів сигналу синхронізації. Завдяки цьому досягається подальше зменшення діапазону коливань частоти.

Перевагою відповідного винаходу вузла тактового генератора є те, що він не залежить від таких параметрів, як технологія, температура чи споживаний струм. Тому можна зекономити на дорогих технічних рішеннях для дотримання допусків виготовлення. Відповідно до USB-специфікації точність сигналів синхронізації більш, ніж у п'ять разів вища від точності необхідної стабілізованої тактової частоти. Завдяки цьому залишається достатньо широкий діапазон для настройки компонентів.

Крім того, для точності сприятливою є ситуація, коли частота внутрішнього стабілізованого сигналу у ціле число разів більша, ніж задана тактова частота робочого тактового сигналу. При цьому передбачений подільник частоти, який із внутрішнього стабілізованого тактового сигналу формує робочий тактовий сигнал з попередньо заданою частотою.

Подальша перевага досягається, коли сигнал з накопичувача імпульсів і/або вихідний сигнал декодера синхронізації і/або вихідний сигнал декодера сигналу даних як сигнали зворотного зв'язку подаються на внутрішній тактовий генератор, завдяки чому може бути здійснене юстирування частоти внутрішнього тактового генератора.

Інші подробиці і форми виконання винаходу наведені у додаткових пунктах формули винаходу.

Нижче винахід докладніше пояснюється з використанням прикладу виконання, представленого на ілюстраціях. На них схематично зображено: фіг. 1. зв'язок двох пристроїв згідно зі стандартом USB, фіг. 2. блок-схема першого простого прикладу виконання вузла тактового генератора,

фіг. 3. блок-схема другого, вдосконаленого прикладу виконання вузла тактового генератора згідно з фіг. 2.

На фіг. 1 зображений USB-зв'язок двох пристроїв, причому один позначений як USB-хост 1, а другий - як USB-пристрій 2. Роль USB-хоста 1 виконує, наприклад, персональний комп'ютер або концентратор. Як USB-пристрій 2 можуть бути використані: також концентратор або, наприклад, клавіатура, мишка, сканер чи чіп-картка. Поряд із проводом живлення 5 В і корпусним проводом передбачено також два проводи даних D+ і P-. Через проводи даних здійснюється обмін даними між USB-хостом 1 і USB-пристроєм 2. В залежності від струму, споживаного USB-пристроєм 2, його живлення здійснюється через провід живлення USB-кабелю або від власного блока живлення.

Відповідно до USB-специфікації тактовий провід не передбачений. Тому USB-пристрій мусить мати власний тактовий генератор, який, як описано у вступній частині опису, мусить відповідати високим вимогам щодо точності. Для синхронізації обміну даними між USB-хостом 1 і USB-пристроєм 2 USB-хост 1 передає в

режимі Full-Speed сигнали синхронізації з періодом 1 мс. Він має в режимі Full-Speed точність 0,05 %.

На фіг. 2 зображений вузол тактового генератора USB-пристрою 2, який використовує вхідні високочотні сигнали синхронізації для маніпулювання внутрішнім тактовим сигналом з метою досягнення необхідної точності частоти передачі даних.

Внутрішній тактовий генератор 11 формує нестабілізований тактовий сигнал 12, частота якого вища від частоти бажаного стабілізованого сигналу. Для того, щоб із нестабілізованого тактового сигналу 12 сформувати стабілізований тактовий сигнал 13, у фільтрі 14 імпульсів окремі імпульси гасяться. Для отримання інформації про кількість імпульсів, які треба погасити, рахується кількість імпульсів нестабілізованого тактового сигналу 12, сформованих в інтервалі між двома імпульсами сигналу 16 синхронізації, і порівнюється із заданою кількістю імпульсів.

Синхронізаційний декодер 15 декодує із вхідного сигналу 3 на проводах даних D+ і D- сигнал 16 синхронізації. Імпульсами сигналу 16 синхронізації здійснюється скидання у початковий стан лічильника 17 імпульсів. Після цього він рахує імпульси нестабілізованого тактового сигналу 12. Одночасно із скиданням лічильника 17 імпульсів здійснюється запис поточного лічильного стану лічильника 17 імпульсів у накопичувач 18 кількості імпульсів. Таким чином число, записане в накопичувачі імпульсів, відповідає кількості тактових імпульсів 12, сформованих між двома попередніми імпульсами 16 синхронізації. Накопичувач 18 імпульсів з'єднаний з імпульсним фільтром 14, який може оцінити різницю між заданою кількістю імпульсів і кількістю імпульсів, сформованих за останній період. Ця кількість імпульсів відфільтровується із внутрішнього тактового сигналу 12. Якщо тактова частота внутрішнього тактового генератора 11 протягом двох періодів сигналу синхронізації однакова, частота на виході імпульсного фільтра 14 точно відповідає в другому періоді заданій частоті.

Частота вихідного сигналу імпульсного фільтра 14, тобто стабілізованого тактового сигналу 13 у доцільній формі виконання значно вища, ніж необхідна частота робочого тактового сигналу 20, і зв'язана з нею через ціле число. За допомогою подільника 19 частоти остаточно формується необхідний робочий тактовий сигнал 20, частота якого для режиму Full-Speed становить 12 МГц. В разі, коли коефіцієнт ділення подільника 19 частоти дорівнює 4, задана частота стабілізованого тактового сигналу мусить становити 48 МГц. Робочий тактовий сигнал 20 частотою 12 МГц підводиться до декодера 15 синхронізації і до декодера 21 сигналу даних.

Для пояснення винаходу наведений вище числовий приклад розвивається далі. Якщо частота нестабілізованого тактового сигналу 12 відхиляється на 3 % вгору, то вона становить 49,44 МГц. Протягом періоду сигналу синхронізації (1 мс) буде сформовано 49 440 тактових імпульсів, тоді як тактовій частоті 48 МГц відповідає кількість імпульсів 48 000. Відповідно до цього має бути погашено 1 440 імпульсів, бажано розміщених в межах періоду рівномірно. В такому разі має бути відфільтрований приблизно кожен 34-й імпульс.

Декодер 21 сигналу даних за допомогою тактового сигналу із заданою частотою 12 МГц декодує поданий на його входи через проводи D+ і D- вхідний сигнал 3 і видає для подальшої обробки декодований вихідний сигнал 22.

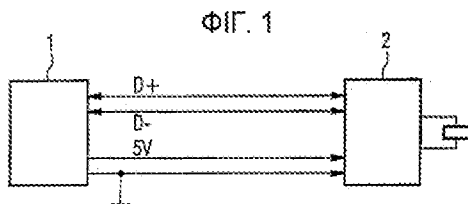
Самозрозуміло, що передача даних здійснюється також з використанням того ж тактового сигналу частотою 12 МГц.

У вдосконаленому прикладі виконання винаходу згідно з фіг. 3 внутрішній тактовий генератор 31 виконаний з можливістю юстирування. З використанням сигналу 16 синхронізації і відкладеного в накопичувачі 18 імпульсів значення або із використанням вихідного сигналу декодера 21 сигналу даних може бути виконана підстройка частоти внутрішнього тактового генератора 31. Завдяки цьому різниця між нестабілізованим тактовим сигналом 12 і стабілізованим тактовим сигналом 13 значно менша.

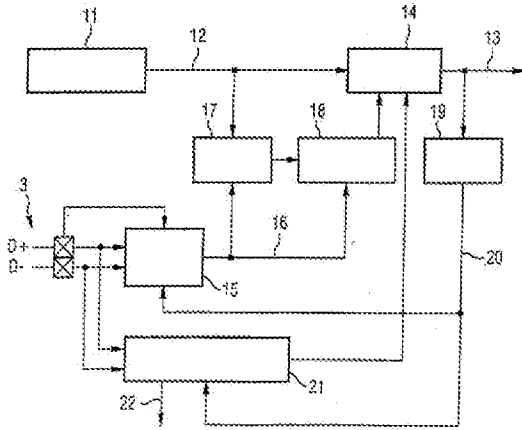
Інша можливість покращення регулювання полягає в тому, що оцінюється не лише кількість імпульсів попереднього періоду сигналу синхронізації, але й визначається середнє значення кількості таких імпульсів за кілька попередніх періодів. Завдяки цьому можливі екстремуми кількості імпульсів значною мірою зменшуються.

Самозрозуміло, що винахід не обмежується USB-режимом Full-Speed, а може бути застосований також в режимі Low-Speed. При цьому необхідна точність становить 1,5 %, що може бути досягнуто значно простіше.

Крім того, винахід може бути використаний для інших застосувань, якщо є достатньо точний сигнал синхронізації.



Фиг. 2



С. 71Ф

