



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 47646

(13) A

(51) 6 H03B5/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) КВАРЦОВИЙ ГЕНЕРАТОР

1

2

(21) 2001064456

(22) 26 08 2001

(24) 15 07 2002

(46) 15 07 2002, Бюл. № 7, 2002 р.

(72) Дюков Андрій Вікторович

(73) Дюков Андрій Вікторович

(57) 1 Кварцовий генератор, який містить активну частину генератора, підсилювач та амплітудний детектор, вхід якого з'єднаний з виходом підсилювача, при цьому амплітудний детектор містить перший та другий резистори, перший та другий конденсатори і перший та другий діоди, а активна частина генератора містить транзистор, емітер якого є виходом активної частини генератора та через перший резистор підключений до перших клем першого та другого конденсаторів та першої клемі дроселя, друга клема якого підключена до шини живлення "Земля", при цьому база транзистора з'єднана з другою клемою першого конденсатора, а також з першою клемою кварцового резонатора, друга клема якого через конденсатор підключена до шини живлення "Земля" та другої клемі другого конденсатора, який відрізняється тим, що в нього додатково введена схема форсажу, при цьому вихід останньої підключений до входу керування амплітудного детектора, вихід якого підключений до клемі живлення активної частини генератора, а клемі живлення підсилювача, амплітудного детектора та схеми форсажу підключені до клемі живлення пристрою, при цьому вихід підсилювача є виходом пристрою

2 Кварцовий генератор за п 1, який відрізняється тим, що схема форсажу містить перший третій транзистори, перший восьмий резистори та конденсатор, при цьому емітери першого та третього транзисторів та перші клемі третього та п'ятого резисторів з'єднані та підключені до входу живлення, колектор першого транзистора через восьмий резистор підключений до виходу схеми форсажу, а база першого транзистора через перший резистор підключена до колектора другого транзи-

стора, другої клемі третього резистора та першої клемі четвертого резистора, друга клема якого з'єднана з другою клемою п'ятого резистора та базою третього транзистора, емітер останнього через сьомий резистор з'єднаний з клемою живлення "Земля", а через послідовно з'єднані шостий резистор та конденсатор - з базою другого транзистора та першою клемою другого резистора, друга клема якого з'єднана з емітером другого транзистора та підключена до клемі живлення "Земля"

3 Кварцовий генератор за п 1, який відрізняється тим, що в амплітудний детектор додатково введені третій та четвертий резистори, третій конденсатор і перший та другий транзистори, при цьому емітер другого транзистора підключений до виходу амплітудного детектора, колектор другого транзистора з'єднаний з першими клемами другого та третього резисторів та клемою живлення амплітудного детектора, вхід амплітудного детектора через перший конденсатор підключений до катода першого діода та анода другого діода, катод якого з'єднаний з першою клемою другого конденсатора та через перший резистор - з другою клемою другого резистора та базою першого транзистора, колектор якого через четвертий резистор підключений до другої клемі третього резистора, входу керування амплітудного детектора, бази другого транзистора та першої клемі третього конденсатора, друга клема якого, а також емітер першого транзистора, друга клема другого конденсатора та анод першого діода підключені до клемі живлення "Земля"

4 Кварцовий генератор за п 1, який відрізняється тим, що в активну частину генератора введені другий та третій резистори, при цьому перша клема другого резистора підключена до клемі живлення активної частини генератора та колектора транзистора, друга клема цього резистора підключена до першої клемі третього резистора, друга клема якого підключена до входу живлення "Земля"

Винахід відноситься до електронної техніки і може використовуватися у високостабільних гене-

раторах, які входять до лічильників часу електронної апаратури систем керування

(13) A

(11) 47646

(19) UA

Відомий генератор, який містить у своєму складі послідовно з'єднані активну частину генератора, підсилювач, амплітудний детектор та фільтр низьких частот, вихід якого підключений до входу керування активної частини генератора (И Хабловски, В Скулимовски Электроника в вопросах и ответах М Радио и связь, 1984, стр 228)

Недоліком цього генератора є те, що якщо активною частиною генератора є кварцовий генератор з високостабільним кварцем, то під час впливу на нього імпульсного  $\gamma$ -струму значної енергії він виходить з режиму коливачів і після відновлення властивостей елементів повинен знову входити у робочий режим, що займе час близько десятих часток секунди чи більше. При цьому ніяких схемних рішень для прискорення цього процесу в генераторі не існує.

Більш близьким до винаходу є кварцовий генератор, який містить у своєму складі активну частину генератора, яка містить в собі транзистор, емітер якого є першим виходом активної частини генератора та через резистор підключений до перших клем першого та другого конденсаторів та другого входу активної частини генератора, який через дросель з'єднаний з шиною живлення "земля", при цьому база транзистора з'єднана з другою клемою першого конденсатора та першим виходом активної частини генератора, а також з першою клемою кварцового резонатора, друга клемка якого через конденсатор підключена до шини живлення "земля" та другої клемки другого конденсатора, а колектор транзистора є другим виходом активної частини генератора, при цьому кварцовий генератор також містить конденсатор, перша клемка якого підключена до першого виходу активної частини генератора та підключена через резистор до схеми зміщення, а через діод – до другого входу активної частини генератора, перший вхід якого підключено до виходу резисторного розділювача, перша клемка якого з'єднана з першою клемою електрично керованого резистора а друга – з клемою живлення "земля", при цьому вихід активної частини генератора через послідовно з'єднані перший та другий вихідні контури підключено до клемки живлення генератора та другої клемки електрично керованого резистора, перший контур через електромагнітне поле з'єднаний з дроселем, обидві клемки якого підключені до входу підсилювача, вихід останнього через амплітудний детектор підключений до входу керування електрично керованого резистора, а точка з'єднання першого та другого вихідних контурів підключена до виходу пристрою (Авторське свідоцтво СРСР № 1469535, Бюл. Винаходів 12, 1989)

У цьому генераторі виконується автоматичне керування рівня коливачів кварцового резонатора, що дозволяє знизити потужність на кристалі кварцу до рівня мінімально можливої та, як слід, збільшити довгострокову стабільність частоти.

Недоліком цього генератора є також те, що під час впливу на нього імпульсного  $\gamma$ -струму він виходить з режиму коливачів і після відновлення властивостей елементів повинен знову входити у робочий режим, що займає час близько десятих часток секунди чи більше, якщо в генераторі за-

стосовується прецизійний кварц. При цьому ніяких схемних рішень для прискорення цього процесу в генераторі не існує. Слід підкреслити, що амплітудний детектор з електрично керованим резистором не можуть забезпечити різке підвищення потужності на кварцовому резонаторі активної частки генератора, оскільки, по-перше, вони є інерційною системою, по-друге, вони починають реагувати не одразу після впливу, а коли вже коливання затухають і, потрете, такі системи розраховуються з певним діапазоном реагування та керування, що не дає можливості підвищити потужність на кварцовому резонаторі, наприклад, в десятки разів.

Відомо, що навіть вплив  $\gamma$ -струму рівня  $10^8$  Р/с різко погіршує роботу кварцового генератора (ТИ-ИЗР № 2, 1966, стор 14). Відомо також, що під час впливу  $\gamma$ -струму усі напівпровідникові елементи (транзистори, діоди і так далі) стають як "коротке замикання" (див Л.О. Мырова, А.З. Чепиженко "Обеспечение радиационной стойкости аппаратуры связи" М, Радио и связь, 1983, див стор 45 і далі), а кварцові резонатори різко збільшують значення резистора у еквівалентній схемі резонатора (див означену книгу, стор 185), яка містить у собі резистор, конденсатори та дросель і описує поведінку резонатора як електромеханічної системи, що призводить до того, що після відновлення властивостей напівпровідникових елементів активної частини кварцового генератора його коливання можуть затухнути, оскільки елементи генератора розраховані на низьке значення резистора еквівалентної схеми кварцового резонатора, а після впливу  $\gamma$ -струму воно різко зростає та його зростає необхідно компенсувати різким збільшенням потужності на кварцовому резонаторі, при цьому, якщо елементи схеми кварцового генератора розраховані на високе значення резистора у еквівалентній схемі резонатора, то це викликає різке старіння кварцу та, як слід, значно зменшує довгострокову стабільність його коливачів. Таким чином, високостабільний кварцовий генератор повинен робити при якомого низькій потужності на кварцовому резонаторі, але якщо не вживати ніяких дій після впливу на такий кварцовий генератор  $\gamma$ -струму, такий генератор втрачає коливання та після відновлення властивостей елементів довго виходить на режим коливачів. Таким чином, як прототип, так і інші кварцові генератори не забезпечують швидкого виходу на режим коливачів після впливу на них  $\gamma$ -струму, що є їх недоліком, якщо такі генератори входять у склад лічильників часу систем керування.

Таким чином, якщо активна частина кварцового генератора є високостабільною, що, як слід, призведе до схемних рішень по зменшенню потужності на кварцовому кристалі до мінімально можливої з метою зменшення старіння кварцу та підвищення довгострокової стабільності частоти, і якщо у такому генераторі немає схемних заходів підвищення потужності на кварці під час впливу  $\gamma$ -струму, такий генератор має великий час відновлення своєї роботи після відновлення властивостей елементів.

Метою винаходу є забезпечення швидкого відновлення роботи кварцового генератора після впливу на нього  $\gamma$ -струму.

Поставлена мета вирішується тим, що у відомий кварцовий генератор, який містить у собі активну частину генератора, підсилювач та амплітудний детектор, вхід якого з'єднаний з виходом підсилювача, введена додатково схема форсажу, при цьому вихід останньої підключено до входу керування амплітудного детектора, вихід якого підключено до клеми живлення активної частини генератора, а клеми живлення підсилювача, амплітудного детектора та схеми форсажу підключені до клеми живлення пристрою, при цьому вихід підсилювача підключено до виходу пристрою, а схема Форсажу вміщує в собі перший, другий та третій транзистори, перший восьмий резистори та конденсатор, при цьому емітери першого та третього транзисторів та перші клеми третього та п'ятого резисторів з'єднані та підключені до входу живлення, колектор першого транзистору через восьмий резистор підключений до виходу схеми форсажу, база першого транзистору через перший резистор підключена до колектора другого транзистора, другої клеми третього резистора і першої клеми четвертого резистора, друга клема якого з'єднана з другою клемою п'ятого резистора та базою третього транзистора, емітер останнього через сьомий резистор з'єднаний з "земляною" клемою живлення, а через послідовно з'єднані шостий резистор та конденсатор – з базою другого транзистора та першою клемою другого резистора, друга клема якого з'єднана з емітером другого транзистора та підключена до "земляної" клеми живлення, при цьому в активну частину генератора, яка містить в собі транзистор, емітер якого є виходом активної частини генератора та через перший резистор підключений до перших клем першого та другого конденсаторів та першої клеми дроселя, друга клема якого підключена до шини живлення "Земля", при цьому база транзистора з'єднана з другою клемою першого конденсатора, а також з першою клемою кварцового резонатора, друга клема якого через конденсатор підключена до шини живлення "земля" та другої клеми другого конденсатора, введені другий та третій резистори, при цьому перша клема другого резистора підключена до клеми живлення активної частини генератора та колектору транзистора, друга клема цього резистора підключена до першої клеми третього резистора, друга клема якого підключена до входу живлення "Земля", при цьому в амплітудний детектор, який містить у своєму складі перший та другий резистори, перший та другий конденсатори та перший і другий діоди, додатково введені третій конденсатор, третій та четвертий резистори і перший та другий транзистори, при цьому емітер другого транзистора підключений до виходу амплітудного детектора, колектор другого транзистора з'єднаний з першими клемами другого та третього резисторів та клемою живлення амплітудного детектора, вхід амплітудного детектора через перший конденсатор підключений до катоду першого діода та аноду другого діода, катод якого з'єднаний з першою клемою другого конденсатора та через перший резистор – з другою клемою другого резистора та базою першого транзистора, колектор якого через четвертий резистор підключений до другої клеми третього резистора, входу керу-

вання амплітудного детектора, бази другого транзистора та першої клеми третього конденсатора, друга клема якого, а також емітер першого транзистора, друга клема другого конденсатора та анод першого діода підключені до клеми живлення "Земля"

На малюнку 1 зображена схема генератора, на малюнку 2 – напруга живлення активної частини кварцового генератора

Робота пристрою здійснюється таким чином. Активна частина генератора 1, схема якої є цілком типовою, генерує імпульсні коливання, які підсилюються підсилювачем 2 та поступають до амплітудного детектору 3 коливань, з виходу якого забезпечується напруга живлення для активної частини генератора 1. Амплітудний детектор 3 коливань містить у своєму складі конденсатори 5 та 8, діоди 6 та 7, резистори 9, 10, 12 та 13, транзистори 11 та 15 та конденсатор 14. Схема амплітудного детектора 3 зроблена таким чином, що вона Формує на конденсаторі 14 напругу живлення для активної частини генератора 1 на основі принципу зворотнього зв'язку якщо рівень коливань активної частини генератора 1 зростає, це призводить до більш значного відпирання транзистору 11 та, як слід, зменшення напруги на конденсаторі 14, яка через емітерний повторювач на транзисторі 15 подається як напруга живлення активної частини генератора 1. Для підвищення стабільності частоти коливань схема розраховується таким чином, що вказана напруга живлення вибирається якомога меншою, при якій потужність на кварцовому резонаторі мала, що забезпечує низький відхід частоти під впливом часу за рахунок старіння. Наприклад, при напрузі живлення усього пристрою 9В напруга живлення активної частини вибирається 1,8-2В, що забезпечує паспортний режим роботи кварцового резонатора у генераторі та, як слід, його високу стабільність. У цей же час усі транзистори (19 та 25) схеми форсажу знаходяться у закритому стані, що, як слід, призводить до того, що транзистор 16 цієї схеми теж закритий і не впливає на роботу амплітудного детектора 3.

Під час дії  $\gamma$ -струму значення резистора у еквівалентній схемі кварцового резонатора зростає у багато разів, що при тій же напрузі живлення активної частини генератора призведе до втрати коливань, після чого кварцовому генератору буде необхідно увійти у режим коливань знову, що призведе до того, що долі або одиниці секунд пристрій не буде виконувати свою функцію. Схема 4 форсажу забезпечує проти цього такі дії під час впливу  $\gamma$ -струму транзистори 19 та 25 відкриваються на коротку мить (як усі напівпровідникові пристрої) і це можуть бути долі мікросекунди, що заложить від самих транзисторів, і це їх відкриття забезпечує ток вздовж транзистор 25, резистори 21, 24, конденсатор 23 та вздовж базу-емітер транзистора 19, що забезпечує його відкриття вже не тільки за рахунок пробією транзисторів після впливу  $\gamma$ -струму, а й за рахунок базового току вздовж транзистор 19 і, як слід, це підтримує відкриття транзистору 25, при цьому після закінчення впливу  $\gamma$ -струму ці транзистори будуть відкритими до тих пір доки не пройде заряд конденсатора 23 та ток вздовж перехід база-емітер транзистора 19 не

зменшиться до того значення, коли транзистор 19 почне закриватися. Під час усього цього процесу транзистор 16 схеми форсажу 4 запирається відкритим, що фактично забезпечує блокування амплітудного детектора 3 та подання на активну частину генератора 1 усієї напруги живлення, що підвищує потужність на кварцовому резонаторі у десятки разів, не дає його коливанням затухнути та компенсує зростання у кілька разів резистора еквівалентної схеми кварцового резонатора і що, як слід, призводить до того, що як тільки напівпровідникові елементи пристрою відновлять свою роботу (це відбувається протягом мікросекунд), кварцовий генератор продовжить свої коливання і вони не затухнуть. Резистор 27 схеми форсажу блокує ток вздовж транзистор 16 більш критичного значення, тому вибирається, значно меншим резистора 13, що призводить фактично до підвищення напруги на конденсаторі 14 протягом часток мікросекунди, та, як слід, напруги живлення активної частини генератора 1.

Резистори 18 та 20 забезпечують необхідний режим роботи транзистора 19 за постійним током, так саме як резистори 22 та 26 для транзистора 25. Резистор, 17 формує необхідний ток керування транзистора 16 під час його відкриття.

Малюнок 2 відображає цей процес, при цьому як тільки схема форсажу 4 закінчить свою роботу, амплітудний детектор 3 за рахунок того, що в нього входять інерційні елементи (наприклад, конденсатор 14) плавно зменшить напругу живлення на

активній частині генератора 1 до робочого стану (див. малюнок 2). Таким чином, властивості транзисторів стають на короткий час після впливу  $\gamma$ -струму як "коротке замикання" використані для забезпечення тригерного ефекту схеми форсажу, оскільки відпирання її транзисторів після  $\gamma$ -впливу призводить в подальшому до керування часу цього відпирання та уздовж цього часу потужність на кварцовому резонаторі забезпечується значно більшою, що в свою чергу призводить до відновлення роботи активної частини генератора одразу після відновлення властивостей напівпровідникових елементів.

Таким чином, під час впливу  $\gamma$ -струму, який є найбільш небезпечним для електронного пристрою, коливання кварцового генератора не затухнуть та він відновить свою роботу зараз же після відновлення характеристик напівпровідникових елементів (транзисторів, діодів та ін.), що є дуже важливим якщо цей генератор виконує функції забезпечення підрахунку часу.

Пристрій випробувався з кварцовим резонатором-термостатом РК178, при цьому було встановлено, що одразу ж після відновлення властивостей елементів генератор продовжує роботу та не втрачає коливань, при цьому без застосування вузла форсажу та  $\gamma$ -імпульс більш ніж  $10^6$  Р/сек генератор може втратити коливання та відновлювати свою роботу протягом великого часу вздовж до десятих часток секунди чи більше.

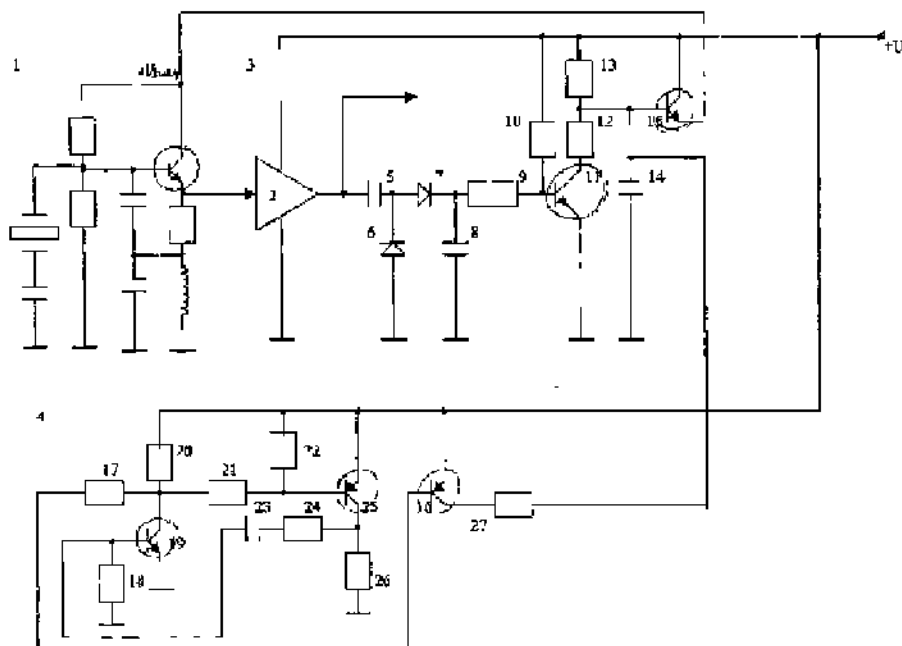


Fig. 1



Фіг. 2

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71