

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902110920A1

Publication Date

20140617

Applicant

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIE ITALIA S.P.A.

Title

CIRCUITO OSCILLATORE DI ALIMENTAZIONE PER SORGENTI DI
ILLUMINAZIONE ED ALTRI UTILIZZATORI ELETTRICI EQUIVALENTI

Titolo: CIRCUITO OSCILLATORE DI ALIMENTAZIONE PER
SORGENTI DI ILLUMINAZIONE ED ALTRI UTILIZZATORI
ELETTRICI EQUIVALENTI

* * * *

D E S C R I Z I O N E

Il presente trovato ha come oggetto un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti: il circuito oscillatore secondo il trovato risulta particolarmente indicato ed efficiente per l'alimentazione di sorgenti di illuminazione d'emergenza.

Una importante esemplificazione di un circuito oscillante è il cosiddetto circuito RLC (in relazione ai componenti elettrici presenti nello stesso): tale circuito è definito da una frequenza propria di oscillazione f_0 . In pratica tale circuito è in grado di generare una corrente oscillante in risposta ad un impulso esterno, quale la rapida chiusura ed apertura dell'interruttore.

La frequenza propria f_0 costituisce la risonanza del circuito, cioè il circuito è in grado di

assorbire la massima quantità di energia da un generatore esterno di tensione alternata E quando la tensione fornita dal generatore oscilla ad una frequenza molto vicina ad f_0 .

Quando il sistema è in equilibrio non circola corrente.

Quando si accumula carica ad un terminale del condensatore, la differenza di potenziale tende a ridistribuire la carica nel circuito: questo produce una corrente.

Tanto maggiore è la carica accumulata sul condensatore C , tanto maggiore è la differenza di potenziale ai capi del circuito (proprietà del condensatore).

Le cariche del circuito, soggette ad una differenza di potenziale, accelerano verso la condizione di equilibrio.

Raggiunto il punto di equilibrio la corrente continua a fluire nel circuito per inerzia, e la carica inizia ad accumularsi sull'altro terminale del condensatore.

Dopo qualche tempo la differenza di potenziale bilancia la carica accumulata. Essa ha modulo pari

alla differenza di potenziale nell'istante iniziale, ma è di segno opposto.

In presenza di una resistenza R (caduta di potenziale proporzionale all'intensità della corrente) le oscillazioni si smorzano esponenzialmente nel tempo.

La frequenza delle oscillazioni libere del sistema (frequenza propria, o naturale, o di risonanza)

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Nel circuito non circola corrente quando il condensatore è carico al limite della sua capacità. In questo istante l'energia del sistema è tutta energia potenziale elettrostatica dovuta alla differenza di potenziale tra i terminali del condensatore.

La corrente che circola nel circuito è invece massima quando il condensatore è scarico. In questo istante l'energia del sistema è tutta energia di induzione magnetica dovuta alla corrente che circola nell'induttanza L .

Quando invece, anziché lasciare libero il circuito di oscillare, lo si forza ad oscillare

dall'esterno (adottando ad esempio una frequenza di forzatura f) partendo dalla condizione di equilibrio, si identifica quella tipologia di circuiti normalmente definiti auto oscillanti.

Questi circuiti hanno lo scopo di incanalare energia proveniente dal generatore esterno nell'oscillatore, in funzione del valore di frequenza di forzatura f .

Il sistema oscillante reagisce secondo la propria dinamica, e cioè, nel tempo, immagazzina l'energia in una forma che dipende dalla propria frequenza naturale f_0 . Infatti, poiché il sistema ha una "inerzia" propria, serve un certo tempo perché l'energia si trasformi da elettrica in magnetica, e l'oscillazione si compia.

Quindi il trasferimento di energia dal generatore all'oscillatore è tanto più efficace quanto più la frequenza f del generatore (ipotizzando che il generatore che alimenta il circuito sia esso stesso un generatore elettrico di grandezze alternate con frequenza f) è vicina alla frequenza propria dell'oscillatore, perché solo in questo modo generatore e circuito non si ostacolano a

vicenda. Quando $f = f_0$ si dice che il generatore e l'oscillatore sono in risonanza.

In questa condizione il generatore fornisce energia al circuito ad ogni oscillazione. In assenza di resistenze l'ampiezza delle oscillazioni diverrebbe infinita. In realtà, anche se gran parte dell'energia del generatore serve a mantenere le oscillazioni, una parte viene dissipata, e le oscillazioni raggiungono un valore massimo finito. L'effetto della resistenza (nei circuiti risonanti RLC) consiste quindi nel rendere la risonanza meno forte, ma anche nell'addolcire la condizione di risonanza, infatti, se il sistema dissipa energia, anche frequenze non esattamente identiche a f_0 , ma comprese in un intervallo $f_0 \pm \Delta f$, saranno "in risonanza".

Quando la frequenza del generatore è molto diversa dalla frequenza propria del sistema, l'azione del generatore ostacola l'oscillazione libera del circuito, e le oscillazioni risultanti sono piccole. La maggior parte dell'energia viene dissipata, anziché trasferirsi al circuito.

Se la corrente prodotta dal generatore oscilla come una sinusoide, anche la corrente che attraversa il circuito oscilla come una sinusoide. In generale le oscillazioni del sistema e della sorgente di energia (il generatore) non avvengono con la stessa fase, cioè, ad esempio, la massima ampiezza dell'oscillazione non è raggiunta nello stesso istante. L'entità dello sfasamento dipende dalla frequenza dell'oscillatore.

Le due proprietà del sistema che determinano il comportamento oscillatorio sono in realtà in competizione tra loro per "aggiudicarsi" l'energia. Poiché l'energia disponibile ad ogni istante è finita, quando l'energia è massima in una forma deve essere minima nell'altra. Questo spiega qualitativamente perché l'energia debba venir fornita dall'esterno in modo "mirato", e cioè al momento giusto.

In un circuito di questo tipo, il generatore fornisce una differenza di potenziale sempre della stessa polarità (si pensi ad una batteria che viene connessa e disconnessa ad intervalli regolari tramite un interruttore).

In condizioni di risonanza ($f=f_0$) la sorgente di

alimentazione in corrente continua (ad esempio una batteria) viene connessa nel momento in cui il condensatore è completamente carico con polarità concorde a quella dei terminali della batteria.

Ogni volta che il condensatore è carico, un'ulteriore carica è portata dal generatore, e quindi l'intensità della corrente nel momento della scarica diviene sempre maggiore ad ogni periodo.

In condizioni esterne, invece, a quelle di risonanza la sorgente di alimentazione viene connessa nel momento in cui il condensatore è completamente carico con qualunque polarità.

Una volta su due la carica del condensatore aumenta, e una volta diminuisce. Ne risulta una carica totale complessivamente minore rispetto al caso in risonanza.

Con l'avvento dell'elettronica digitale molti dei circuiti oscillanti analogici, come quello RLC con alimentazione in corrente continua gestita da un interruttore comandato, sono stati sostituiti da circuiti basati su transistor o amplificatori operazionali. Inoltre spesso la forma dell'oscillazione utilizzata è un'onda quadra,

anziché una sinusoide.

I circuiti oscillatori di tipo noto sono quindi idonei a realizzare il segnale elettrico di alimentazione alternato a frequenza relativamente alta, idoneo all'alimentazione di differenti utenze elettriche, ricevendo alimentazione da una sorgente di energia elettrica in corrente continua.

La tensione disponibile ai terminali di uscita del circuito oscillatore è facilmente calcolabile conoscendo i valori dei componenti che lo costituiscono.

Di contro però, possono verificarsi funzionamenti in cui le frequenze di lavoro corrispondano ad armoniche superiori o a sub-armoniche della frequenza desiderata: ovviamente tale condizione pregiudica il corretto funzionamento e fornisce al carico connesso ai morsetti di uscita del circuito delle grandezze elettriche non coerenti con quelle necessarie per ottenere il funzionamento desiderato.

Accade inoltre che i transistor di pilotaggio si trovino ad essere contemporaneamente alimentati, generando, come conseguenza, una irregolarità del

segnale circolante nell'avvolgimento primari del trasformatore di uscita (e di conseguenza ai morsetti di uscita).

Per altro tale irregolarità può anche essere determinata dal valore dell'avvolgimento (induttanza) posto a monte dei transistor stessi che, avendo un valore fisso e predefinito, potrebbe non essere idonea a tollerare alcune variazioni di valore delle grandezze elettriche circolanti.

E' inoltre fondamentale specificare che le grandezze elettriche dei segnali circolanti dipenderanno fortemente anche dai valori di induttanza dispersa e capacità parassita, consentendo di definire con minore precisione i reali valori di tensione e corrente disponibili all'utenza collegata ai morsetti di uscita.

Compito principale del presente trovato è quello di risolvere i problemi sopra esposti, proponendo un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti che scongiuri la presenza simultanea di un segnale sui due transistor in fase di avvio.

Nell'ambito di questo compito, uno scopo del trovato è quello di proporre un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti che impedisca al circuito di lavorare a frequenze armoniche superiori o a sub-armoniche della frequenza desiderata.

Un altro scopo del trovato è quello di proporre un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti che abbia un funzionamento regolare indipendentemente dalla variazione delle grandezze elettriche in esso presenti.

Un altro scopo del trovato è quello di proporre un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti che funzioni in maniera indipendente dai parametri parassiti del circuito stesso.

Ulteriore scopo del presente trovato è quello di realizzare un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti di costi contenuti relativamente semplice realizzazione pratica e di sicura applicazione.

Questo compito e questi scopi vengono raggiunti da un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti del tipo comprendente almeno un condensatore interposto tra una sorgente di alimentazione in corrente continua ed un trasformatore di uscita, tra detta sorgente di alimentazione in corrente continua e detto condensatore essendo interposti due transistor aventi il relativo polo di comando connesso ad un rispettivo, e diverso, ramo afferente dal terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione, il relativo polo di uscita di livello alto connesso ad un rispettivo, e diverso, terminale del detto condensatore ed i relativi poli di uscita di livello basso connessi a terra, lungo detti rami essendo disposto almeno un rispettivo resistore connesso a monte, con l'interposizione di un interruttore, al terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione, caratterizzato dal fatto che comprende un'unità di controllo e gestione, interposta tra detto interruttore e detti rami provvisti di almeno un rispettivo resistore, detta

unità avendo almeno un morsetto di ingresso connesso a valle alla linea intercettata da detto interruttore ed almeno due morsetti di uscita associati ai detti rami provvisti di almeno un resistore, il segnale sui morsetti di uscita della detta unità essendo sincronizzato con la frequenza propria del circuito

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

dove C è il valore della capacità del detto condensatore ed L è il valore dell'induttanza del detto trasformatore.

Questo compito e questi scopi sono altresì raggiunti per mezzo di un procedimento di controllo e gestione della frequenza in un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti, del tipo comprendente almeno un condensatore interposto tra una sorgente di alimentazione in corrente continua ed un trasformatore di uscita, tra detta sorgente di alimentazione in corrente continua e detto condensatore essendo interposti due transistor

aventi il relativo polo di comando connesso ad un rispettivo, e diverso, ramo afferente dal terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione, il relativo polo di uscita di livello alto connesso ad un rispettivo, e diverso, terminale del detto condensatore ed i relativi poli di uscita di livello basso connessi a terra, lungo detti rami afferenti dal terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione essendo disposto almeno un rispettivo resistore connesso a monte, con l'interposizione di un interruttore, al terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione, che consiste nel

•impostare, in corrispondenza della prima chiusura del detto interruttore, la frequenza del segnale ai morsetti di uscita da un'unità di controllo e gestione, interposta tra detto interruttore e detti rami provvisti di rispettivi resistori, con valore sostanzialmente uguale alla frequenza propria

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

;

- rilevare il valore della frequenza f della tensione presente ai due morsetti del detto condensatore;
- confrontare il valore della frequenza f con il valore della frequenza propria f_0 ;
- incrementare/decrementare il valore della frequenza del segnale ai morsetti di uscita della detta unità per modificare incrementare/decrementare la frequenza f della tensione presente ai due morsetti al fine di renderla sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, del circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti secondo il trovato, illustrata a titolo indicativo e non limitativo, negli uniti disegni, in cui:

la fig.1 rappresenta lo schema circuitale di una soluzione realizzativa di tipo noto;

la fig.2 rappresenta gli andamenti di alcune onde dei segnali nel circuito di tipo noto di figura 1;

la fig.3 rappresenta gli andamenti dell'onda del segnale di uscita in funzione di una delle onde dei segnali interni nel circuito di tipo noto di figura 1;

la fig.4 rappresenta lo schema circuitale di una prima soluzione realizzativa del circuito oscillatore secondo il trovato;

la fig.5 rappresenta gli andamenti di alcune onde dei segnali del circuito di figura 4;

la fig.6 rappresenta gli andamenti di alcune onde dei segnali del circuito di figura 4 in corrispondenza dell'attivazione del circuito stesso;

la fig.7 rappresenta lo schema circuitale di una seconda soluzione realizzativa del circuito oscillatore secondo il trovato;

la fig.8 rappresenta gli andamenti di alcune onde dei segnali del circuito di figura 7;

la fig.9 rappresenta gli andamenti di alcune onde dei segnali del circuito di figura 7 in corrispondenza dell'attivazione del circuito stesso;

la fig.10 rappresenta un ingrandimento di figura 9;

la fig.11 rappresenta gli andamenti tipici di alcune onde dei segnali del circuito oscillatore secondo il trovato.

Con particolare riferimento a tali figure è indicato globalmente con 1 un circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti.

I circuiti oscillatori di tipo noto prevedono la presenza di una sorgente di alimentazione elettrica in corrente continua avente un potenziale elettrico predefinito +Vcc.

E' inoltre presente un trasformatore T1 ai cui morsetti dell'avvolgimento secondario è connesso il carico elettrico (alimentato in corrente alternata dal secondario del trasformatore stesso).

Una linea afferente dalla sorgente di alimentazione, linea intercettata, a monte, da un interruttore INT1, si biforca su due rami afferenti ai poli di comando di rispettivi transistor Q1 e Q2 (nell'esempio relativo all'arte nota, riportato in figura 1, tali transistor sono dei BJT ed il polo di comando di ognuno di essi è la rispettiva base B).

Lungo i due rami predefiniti, a monte della connessione al polo di comando del rispettivo transistor Q1 o Q2 è disposto un resistore (rispettivamente R1 o R2).

A valle del resistore R1 o R2 ed a monte della connessione al polo di comando del rispettivo transistor Q1 o Q2 è posto un avvolgimento elettrico induttore T1-B del trasformatore cui è connesso il carico elettrico.

I poli a potenziale alto dei transistor Q1 e Q2 sono separatamente connessi ad un rispettivo morsetto del primario del trasformatore T1 connesso al carico elettrico.

Nel caso specifico riportato in figura 1, per l'esemplificazione di una soluzione realizzativa tipica dell'arte nota che prevede l'adozione di BJT come transistor Q1 e Q2 i poli a potenziale alto sono i collettori C.

I poli a potenziale basso dei transistor Q1 e Q2 (nel caso di figura 1 tali poli sono gli emettitori E) sono connessi al potenziale di terra.

Tra i morsetti del trasformatore T1, e quindi anche tra i poli a potenziale alto dei transistor

Q1 e Q2 è connesso un condensatore C1.

Un ramo provvisto di un induttore L1 posto in serie, collega la sorgente di alimentazione elettrica a potenziale +Vcc ad un punto intermedio dell'avvolgimento primario del trasformatore T1.

Ipotizzando che il valore dell'induttanza del trasformatore T1 sia pari ad un valore L, alla chiusura dell'interruttore INT1 si assisterà ad una oscillazione spontanea del flusso di energia nel circuito ad una frequenza pari a:

$$f_0 = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{LC}}$$

La tensione disponibile ai poli a potenziale alto (secondo l'esempio di figura 1 i collettori C) di Q1 e Q2 ha forma di metà senoide, di valore di picco pari a:

$$V_{collettori} = \pi V_{cc}$$

La tensione disponibile ai capi di un avvolgimento secondario di T1 sarà:

$$V_{secondario} = V_{cc} \pi \frac{M_{ratio}}{\sqrt{2}}$$

Dove Mratio è il rapporto di trasformazione fra gli avvolgimenti Primario e Secondario del trasformatore T1.

Le figure 2 e 3 mostra l'andamento delle forme d'onda rilevabili in vari punti del circuito con particolare riferimento al circuito di tipo noto rappresentato nella figura 1.

Il circuito oscillatore 1 secondo il trovato anch'esso una sorgente di alimentazione elettrica 2 in corrente continua avente un potenziale elettrico predefinito +Vcc.

E' inoltre presente un trasformatore 3 ai cui morsetti 4 dell'avvolgimento secondario è connesso il carico elettrico (alimentato in corrente alternata dal secondario del trasformatore 3 stesso).

Una linea 5 afferente dalla sorgente di alimentazione, linea intercettata, a monte, da un interruttore 6, si biforca su due rami 7 e 8 afferenti ai poli di comando 9 e 10 di rispettivi transistor 11 e 12.

Lungo i due rami 7 e 8 sono disposti rispettivi resistori 13 e 14.

I poli a potenziale alto 15 e 16 dei transistor 12 e 11 sono separatamente connessi ad un rispettivo morsetto del primario del trasformatore 3 connesso al carico elettrico.

I poli a potenziale basso 17 e 18 dei transistor 12 e 11 sono connessi al potenziale di terra.

Tra i morsetti del trasformatore 3, e quindi anche tra i poli a potenziale alto 16 e 17 dei transistor 12 e 11 è connesso un condensatore 19.

Un ramo 20 provvisto di un induttore 21 posto in serie, collega la sorgente di alimentazione elettrica 2 a potenziale +Vcc ad un punto intermedio dell'avvolgimento primario del trasformatore 3.

Il circuito 1 secondo il trovato comprende un'unità di controllo e gestione 22, interposta tra l'interruttore 6 ed i rami 7 ed 8.

L'unità 22 ha almeno un morsetto di ingresso connesso a valle alla linea 5 intercettata dall'interruttore 6 ed almeno due morsetti di uscita associati ai rami 7 ed 8.

Il segnale sui morsetti di uscita dell'unità 22 è sincronizzato con la frequenza propria del

circuito
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

dove C è il valore della capacità del condensatore 19 ed L è il valore dell'induttanza del

trasformatore 3.

Più specificamente, è opportuno evidenziare che, in corrispondenza della chiusura dell'interruttore 5 posto a monte dell'unità 22, il segnale ai morsetti di uscita 7 e 8 dell'unità 22 stessa ha frequenza sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

In questo modo, in corrispondenza della chiusura dell'interruttore 6, l'unità provvede a fornire ai propri morsetti 7 e 8 segnali con frequenza predefinita pari alla frequenza propria del circuito. Questa condizione facilita il raggiungimento con transitori brevi di una condizione di equilibrio corrispondente all'instaurazione di una frequenza fissa (quanto più possibile vicina alla frequenza propria) anche in corrispondenza di variazioni del carico elettrico posto ai morsetti di uscita 4 del trasformatore 3.

Con particolare riferimento a soluzioni realizzative di indubbio interesse pratico ed applicativo, il circuito 1 può positivamente comprendere un controllo in retroazione per il rilievo della frequenza della tensione di

risonanza presente ai poli di uscita di livello alto 15 e 16 dei transistor 12 e 11, ed alla variazione, in funzione di tale rilievo, della frequenza dei segnali emessi dall'unità 22 per l'alimentazione dei poli di comando 9 e 10 dei transistor 12 e 11 stessi.

Tale regolazione del segnale in uscita dall'unità 22 si verificherà fino al sincronismo con l'oscillazione propria f_0 .

Va rimarcato che i segnali ai morsetti di uscita dell'unità 22 (sui rami 7 e 8) sono sostanzialmente contrapposti in fase.

Ciò significa che, al valore massimo del segnale ad un primo morsetto corrisponde il valore minimo dell'altro.

Le transizioni dal valore massimo al valore minimo del segnale ad un morsetto e dal valore minimo al valore massimo all'altro, sono sostanzialmente contemporanee.

Si segnala ulteriormente che i segnali ai morsetti di uscita dell'unità 22 presentano una rampa graduale di crescita dell'ampiezza, in corrispondenza delle loro fasi iniziali.

Secondo la soluzione realizzativa rappresentata, a

titolo esemplificativo, in figura 4 i transistor 11 e 12 sono dei BJT (cioè transistor a giunzione bipolare, semplificabili come l'unione di due diodi polarizzati in modo opposto ed aventi un anodo o un catodo in comune).

In tal caso il rispettivo polo di comando 10 e 9 è la base, il rispettivo polo di uscita di livello alto 16 e 15 è il collettore ed il rispettivo polo di uscita di livello basso 18 e 17 è l'emettitore. Secondo una soluzione realizzativa alternativa, di indubbio interesse pratico ed applicativo, i transistor 11 e 12 sono dei MOSFET (transistor a effetto di campo metallo-ossido-semiconduttore), il rispettivo polo di comando 10 e 9 sarà in tal caso il GATE, il rispettivo polo di uscita di livello alto 16 e 15 sarà il DRAIN ed il rispettivo polo di uscita di livello basso 18 e 17 sarà il relativo SOURCE.

In ogni caso, per consentire il controllo in retroazione della frequenza, è opportuno specificare l'unità di controllo e gestione 22 comprenderà due terminali ausiliari 24 e 25, connessi ai capi opposti del condensatore 19, per il rilievo e la memorizzazione del relativo valore

di tensione corrispondente alla tensione del polo di livello alto 16 e 15 del transistor 11 e 12.

L'unità 22 potrà così procedere al calcolo della frequenza delle tensioni memorizzate, per il controllo in retroazione del valore della frequenza del segnale trasmesso ai poli di comando 10 e 9 al fine di approssimare una frequenza sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

Nel caso in cui i transistor 11 e 12 siano dei MOSFET, l'unità di controllo e gestione 22 sarà costituita da un microcontrollore.

Interposti tra i terminali ausiliari 24 e 25 ed i capi del condensatore 19, lungo i rispettivi rami di circuito, sono disposti rispettivi resistori 26 e 27 per l'adattamento del livello del segnale.

Al fine di definire con precisione la sequenza operativa del circuito 1 secondo il trovato, è necessario analizzare approfonditamente il procedimento attraverso il quale lo stesso espleta il controllo della frequenza.

Il procedimento di controllo e gestione della frequenza nel circuito oscillatore 1, con particolare riferimento al caso in cui tale circuito 1 sia preposto all'alimentazione di

sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti, consisterà in una serie di fasi consecutive.

In primo luogo sarà necessario impostare, in corrispondenza della prima chiusura dell'interruttore 6, la frequenza del segnale ai morsetti di uscita 7 ed 8 dall'unità di controllo e gestione 22 con valore sostanzialmente uguale alla frequenza propria

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

Eseguita questa prima fase necessaria ad impostare le condizioni iniziali di funzionamento del circuito 1 e generati, in corrispondenza della fase iniziale di funzionamento, segnali ai morsetti di uscita dell'unità 22 di ampiezza gradualmente crescente, si renderà necessario rilevare il valore della frequenza f della tensione presente ai due morsetti del condensatore 19.

Tale operazione sarà svolta attraverso i terminali ausiliari 24 e 25 connessi ai capi del condensatore 19 stesso.

Sarà quindi possibile confrontare il valore della

frequenza f corrispondente al segnale rilevato con il valore della frequenza propria f_0 .

In funzione di questo raffronto, l'unità 22 provvederà ad incrementare/decrementare il valore della frequenza del segnale ai suoi morsetti di uscita 7 ed 8 per modificare, cioè incrementare/decrementare, la frequenza f della tensione presente ai due capi del condensatore 19 (rilevata dai morsetti ausiliari 24 e 25) al fine di renderla sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

Si specifica che, al fine di garantire una risposta istantanea del circuito 1 ad eventuali cambiamenti del carico elettrico posto a valle del trasformatore 3, in corrispondenza di ogni ciclo del circuito oscillatore 1, l'unità 22 eseguirà il rilievo del valore di frequenza della tensione ai morsetti del condensatore 19 per il suo raffronto con la frequenza propria f_0 e la variazione della frequenza del segnale emesso dai morsetti 7 ed 8 sui due rami provvisti dei resistori 13 e 14.

Si riscontra quindi immediatamente che il circuito 1 secondo il trovato elimina sostanzialmente tutti

i difetti dei circuiti convenzionali (descritti inizialmente, nell'ambito della definizione dell'arte nota), tramite la generazione di un preciso segnale di controllo dei semiconduttori Q1 e Q2 (nel caso specifico 11 e 12), sincronizzando lo stesso segnale con la frequenza f_0 caratteristica del circuito.

Ciò che rende particolarmente efficiente il circuito 1 secondo il trovato è il fatto che il segnale di controllo di Q1 e Q2 (in particolare dei transistor 11 e 12) non proviene più da un avvolgimento ausiliario del trasformatore 3 (quello che nella definizione dell'arte nota era stato identificato con il riferimento T1-B), ma da un apposita unità di controllo e gestione 22, che fornisce un segnale di ampiezza adeguata, sincronizzato con la frequenza di oscillazione caratteristica f_0 .

In questo modo si ottengono i seguenti vantaggi, che risolvono i corrispondenti svantaggi del sistema convenzionale:

A) Potendo impostare una frequenza massima e minima di lavoro, il circuito oscillatore 1 non può lavorare ad armoniche superiori o a sub-

armoniche della frequenza desiderata garantendo un funzionamento stabile ed un segnale di alimentazione dei carichi privo di disturbi;

B) All'istante di partenza il segnale applicato è sempre alternato sui transistor 11 e 12 e mai contemporaneo.

Inoltre, siccome la logica di controllo è determinata dal segnale per i transistor 11 e 12 emesso dall'unità 22, può essere iniziata la oscillazione tenendo la fase esatta già dall'inizio e con ampiezza gradualmente crescente, al fine di garantire un avvio graduale, per evitare eccessivi valori di corrente di spunto all'avviamento.

C) Il segnale di comando dei transistor 11 e 12 (affidente dai morsetti 7 e 8 dell'unità 22) è di potenza regolabile (asservita alle specifiche esigenze di funzionamento), proprio in virtù del fatto che è generato da un componente logico (l'unità 22) e non da un avvolgimento ausiliario del trasformatore 3.

D) La variazione dei parametri parassiti dei componenti (induttanza dispersa e capacità parassite) non influenza il funzionamento (come

invece accade nei circuiti di tipo noto), in quanto lo stesso è forzato (dall'unità 22) sui parametri principali (induttanza L e capacità C nominali).

Vantaggiosamente, quindi, il circuito oscillatore 1 scongiura la presenza simultanea di un segnale sui due transistor 11 e 12 in fase di avvio.

Efficientemente il circuito oscillatore 1 opera in condizioni di lavoro che eliminano o minimizzano la presenza di frequenze armoniche superiori (o sub-armoniche) della frequenza desiderata sul carico elettrico che alimenta.

Il circuito oscillatore 1, inoltre, garantisce convenientemente un funzionamento regolare, indipendentemente dalla variazione delle grandezze elettriche in esso presenti.

Tale funzionamento regolare è ottenuto, tra l'altro, in maniera indipendente dai parametri parassiti del circuito stesso.

E' evidente che una sorgente di illuminazione di emergenza, che quindi riceve alimentazione elettrica da una batteria (il suo funzionamento è richiesto infatti unicamente quando la rete elettrica non eroga energia e quindi occorre

supplire a tale mancanza attraverso una illuminazione provvisoria disconnessa dalla rete stessa) pur funzionando in corrente alternata, trarrà enorme giovamento dall'utilizzo del circuito oscillatore 1 secondo il trovato.

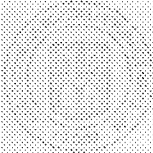
Infatti saranno eliminati tutti i disturbi che potrebbero creare dei malfunzionamenti della sorgente stessa, pur mantenendo una estrema semplicità circuitale e quindi costi sostanzialmente contenuti. Anche gli ingombri del circuito 1 saranno contenuti, a vantaggio della possibilità di installare lo stesso entro il corpo scatolare che contiene la sorgente di illuminazione di emergenza e la relativa batteria di accumulatori. La possibilità di localizzare tutti i componenti entro un unico corpo scatolare elimina inoltre la dispersione di energia lungo le eventuali linee di alimentazioni esterne, incrementando notevolmente il rendimento complessivo del dispositivo di illuminazione di emergenza.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti

i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

Negli esempi di realizzazione illustrati singole caratteristiche, riportate in relazione a specifici esempi, potranno essere in realtà intercambiate con altre diverse caratteristiche, esistenti in altri esempi di realizzazione.

In pratica i materiali impiegati, nonché le dimensioni, potranno essere qualsiasi secondo le esigenze e lo stato della tecnica.



Bo 20132.000007

1

M227627

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Circuito oscillatore di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti del tipo comprendente almeno un condensatore (19) interposto tra una sorgente di alimentazione (2) in corrente continua ed un trasformatore di uscita (3), tra detta sorgente di alimentazione (2) in corrente continua e detto condensatore (19) essendo interposti due transistor (11, 12) aventi il relativo polo di comando (10, 9) connesso ad un rispettivo, e diverso, ramo (8, 7) afferente dal terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione (2), il relativo polo di uscita di livello alto (16, 15) connesso ad un rispettivo, e diverso, terminale del detto condensatore (19) ed i relativi poli di uscita di livello basso (18, 17) connessi a terra, lungo detti rami (7, 8) essendo disposto almeno un rispettivo resistore (14, 13) connesso a monte, con l'interposizione di un interruttore (6), al terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione (2), **caratterizzato dal fatto che** comprende un'unità di controllo e gestione (22), interposta tra detto interruttore

(6) e detti rami (8, 7) provvisti di almeno un rispettivo resistore (14, 13), detta unità (22) avendo almeno un morsetto di ingresso connesso a valle alla linea (5) intercettata da detto interruttore (6) ed almeno due morsetti di uscita associati ai detti rami (8, 7) provvisti di almeno un resistore (14, 13), il segnale sui morsetti di uscita della detta unità (22) essendo sincronizzato con la frequenza propria del circuito

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

dove C è il valore della capacità del detto condensatore ed L è il valore dell'induttanza del detto trasformatore (3).

2. Circuito oscillatore, secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che**, in corrispondenza della chiusura dell'interruttore (6) posto a monte dell'unità (22), il segnale ai morsetti di uscita dell'unità (22) stessa ha frequenza sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

3. Circuito oscillatore, secondo la rivendicazione 2, **caratterizzato dal fatto che** comprende un controllo in retroazione per il rilievo della

frequenza della tensione di risonanza presente al polo di uscita di livello alto (16, 15) dei detti transistor (11, 12), ed alla variazione, in funzione di tale rilievo, della frequenza dei segnali emessi dalla detta unità (22) per l'alimentazione dei poli di comando (10, 9) dei detti transistor (11, 12), fino al sincronismo con l'oscillazione propria f_0 .

4. Circuito oscillatore, secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** i segnali ai morsetti di uscita di detta unità (22) essendo sostanzialmente contrapposti in fase, al valore massimo del segnale ad un primo morsetto corrispondendo il valore minimo dell'altro, le transizioni dal valore massimo al valore minimo di un morsetto e dal valore minimo al valore massimo dell'altro essendo sostanzialmente contemporanee.

5. Circuito oscillatore, secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** i segnali ai morsetti di uscita di detta unità (22) presentano una rampa graduale di crescita dell'ampiezza, in corrispondenza delle loro fasi iniziali.

6. Circuito oscillatore, secondo la rivendicazione

1, **caratterizzato dal fatto che** detti transistor (11, 12) sono dei BJT, il rispettivo polo di comando (10, 9) essendo la base, il rispettivo polo di uscita di livello alto (16, 15) essendo il collettore ed il rispettivo polo di uscita di livello basso (18, 17) essendo l'emettitore.

7. Circuito oscillatore, secondo la rivendicazione

1, **caratterizzato dal fatto che** detti transistor (11, 12) sono dei MOSFET, il rispettivo polo di comando (10, 9) essendo il GATE, il rispettivo polo di uscita di livello alto (16, 15) essendo il DRAIN ed il rispettivo polo di uscita di livello basso (18, 17) essendo il SOURCE.

8. Circuito oscillatore, secondo una tra la rivendicazione 6 e la rivendicazione 7,

caratterizzato dal fatto che detta unità di controllo e gestione (22) comprende due terminali ausiliari (24, 25), connessi ai capi opposti del detto condensatore (19), per il rilievo e la memorizzazione del relativo valore di tensione corrispondente alla tensione del polo di livello alto (16, 15) del detto transistor (11, 12), detta unità (22) procedendo al calcolo della frequenza delle tensioni memorizzate, per il controllo in

retroazione del valore della frequenza del segnale trasmesso ai poli di comando (10, 9) al fine di approssimare una frequenza sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

9. Procedimento di controllo e gestione della frequenza in un circuito oscillatore (1) di alimentazione per sorgenti di illuminazione ed altri utilizzatori elettrici equivalenti, del tipo comprendente almeno un condensatore (19) interposto tra una sorgente di alimentazione (2) in corrente continua ed un trasformatore di uscita (3), tra detta sorgente di alimentazione in corrente continua (2) e detto condensatore (19) essendo interposti due transistor (11, 12) aventi il relativo polo di comando (10, 9) connesso ad un rispettivo, e diverso, ramo (8, 7) afferente dal terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione (2), il relativo polo di uscita di livello alto (16, 15) connesso ad un rispettivo, e diverso, terminale del detto condensatore (19) ed i relativi poli di uscita di livello basso (18, 17) connessi a terra, lungo detti rami (8, 7) afferenti dal terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di

alimentazione (2) essendo disposto almeno un rispettivo resistore (14, 13) connesso a monte, con l'interposizione di un interruttore (6), al terminale di alto potenziale elettrico della sorgente di alimentazione (2), **che consiste nel**

- impostare, in corrispondenza della prima chiusura del detto interruttore (6), la frequenza del segnale ai morsetti di uscita da un'unità di controllo e gestione (22), interposta tra detto interruttore (6) e detti rami (8, 7) provvisti di rispettivi resistori (14, 13), con valore sostanzialmente uguale alla frequenza propria

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} ;$$

- generare, in corrispondenza della fase iniziale di funzionamento, segnali ai morsetti di uscita della detta unità (22) di ampiezza gradualmente crescente;
- rilevare il valore della frequenza f della tensione presente ai due morsetti del detto condensatore (19);
- confrontare il valore della frequenza f con il valore della frequenza propria f_0 ;
- incrementare/decrementare il valore della

frequenza del segnale ai morsetti di uscita della detta unità (22) per modificare incrementare/decrementare la frequenza f della tensione presente ai due morsetti al fine di renderla sostanzialmente uguale alla frequenza propria f_0 .

10.Procedimento, secondo la rivendicazione precedente, **caratterizzato dal fatto che**, in corrispondenza di ogni ciclo di detto circuito oscillatore (1), l'unità (22) esegue il rilievo del valore di frequenza della tensione ai morsetti del condensatore (19) per il suo raffronto con la frequenza propria f_0 e la variazione della frequenza del segnale emesso sui due rami (8, 7) provvisti di resistori (14, 13).

CLAIMS

1. A power supply oscillator circuit for light sources and other equivalent electrical user devices of the type comprising at least one capacitor (19) interposed between a direct-current power supply source (2) and an output transformer (3), two transistors (11, 12) being interposed between said direct-current power supply source (2) and said capacitor (19) and having their corresponding control pole (10, 9) connected to a respective and different branch (8, 7) that originates from the high electrical potential terminal of the power supply source (2), the corresponding high-level output pole (16, 15) connected to a respective and different terminal of said capacitor (19) and the corresponding low-level output poles (18, 17) connected to the ground, along said branches (7, 8) there being at least one respective resistor (14, 13) that is connected upstream, with the interposition of a switch (6), to the high electrical potential terminal of the power supply source (2), characterized in that it comprises a control and management unit (22), which is interposed between

said switch (6) and said branches (8, 7) provided with at least one respective resistor (14, 13), said unit (22) having at least one input terminal connected downstream to the line (5) affected by said switch (6) and at least two output terminals associated with said branches (8, 7) provided with at least one resistor (14, 13), the signal on the output terminals of said unit (22) being synchronized with the natural frequency of the circuit

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

where C is the value of the capacitance of said capacitor and L is the value of the inductance of said transformer (3).

2. The oscillator circuit according to claim 1, characterized in that at the closure of the switch (6) arranged upstream of the unit (22) the signal at the output terminals of said unit (22) has a frequency that is substantially equal to the natural frequency f_0 .

3. The oscillator circuit according to claim 2, characterized in that it comprises a feedback

control for detecting the frequency of the resonance voltage that is present at the high-level output pole (16, 15) of said transistors (11, 12) and the variation, as the function of said detection, of the frequency of the signals emitted by said unit (22) for the power supply of the control poles (10, 9) of said transistors (11, 12), up to synchronization with the natural oscillation f_0 .

4. The oscillator circuit according to claim 1, characterized in that the signals at the output terminals of said unit (22) are substantially in mutual phase opposition, the maximum value of the signal at a first terminal corresponding to the minimum value of the other terminal, the transitions from the maximum value to the minimum value of one terminal and from the minimum value to the maximum value of the other terminal being substantially simultaneous.

5. The oscillator circuit according to claim 1, characterized in that the signals at the output terminals of said unit (22) have a gradual amplitude increase ramp at their initial steps.

6. The oscillator circuit according to claim 1,

characterized in that said transistors (11, 12) are BJT, the respective control pole (10, 9) being the base, the respective high-level output pole (16, 15) being the collector and the respective low-level output pole (18, 17) being the emitter.

7. The oscillator circuit according to claim 1, characterized in that said transistors (11, 12) are MOSFETs, the respective control pole (10, 9) being the gate, the respective high-level output pole (16, 15) being the drain and the respective low-level output pole (18, 17) being the source.

8. The oscillator circuit according to one of claims 6 and 7, characterized in that said control and management unit (22) comprises two auxiliary terminals (24, 25), which are connected to the opposite terminals of said capacitor (19), to detect and store the voltage value that corresponds to the voltage of the high-level pole (16, 15) of said transistor (11, 12), said unit (22) calculating the frequency of the stored voltages for feedback control of the value of the frequency of the signal transmitted to the control poles (10, 9) in order to approximate a frequency that is substantially equal to the natural

frequency f_0 .

9. A method for the control and management of the frequency in an oscillator circuit (1) for the power supply of light sources and other equivalent electrical user devices, of the type comprising at least one capacitor (19) that is interposed between a direct-current power supply source (2) and an output transformer (3), two transistors (11, 12) being interposed between said direct-current power supply source (2) and said capacitor (19), their corresponding control pole (10, 9) being connected to a respective and different branch (8, 7) that originates from the high electrical potential terminal of the power supply source (2), the corresponding high-level output pole (16, 15) connected to a respective and different terminal of said capacitor (19) and the corresponding low-level output poles (18, 17) connected to the ground, along said branches (8, 7) that originate from the high electrical potential terminal of the power supply source (2) there being at least one respective resistor (14, 13) that is connected upstream, with the interposition of a switch (6), to the high

electrical potential terminal of the power supply source (2), which consists in

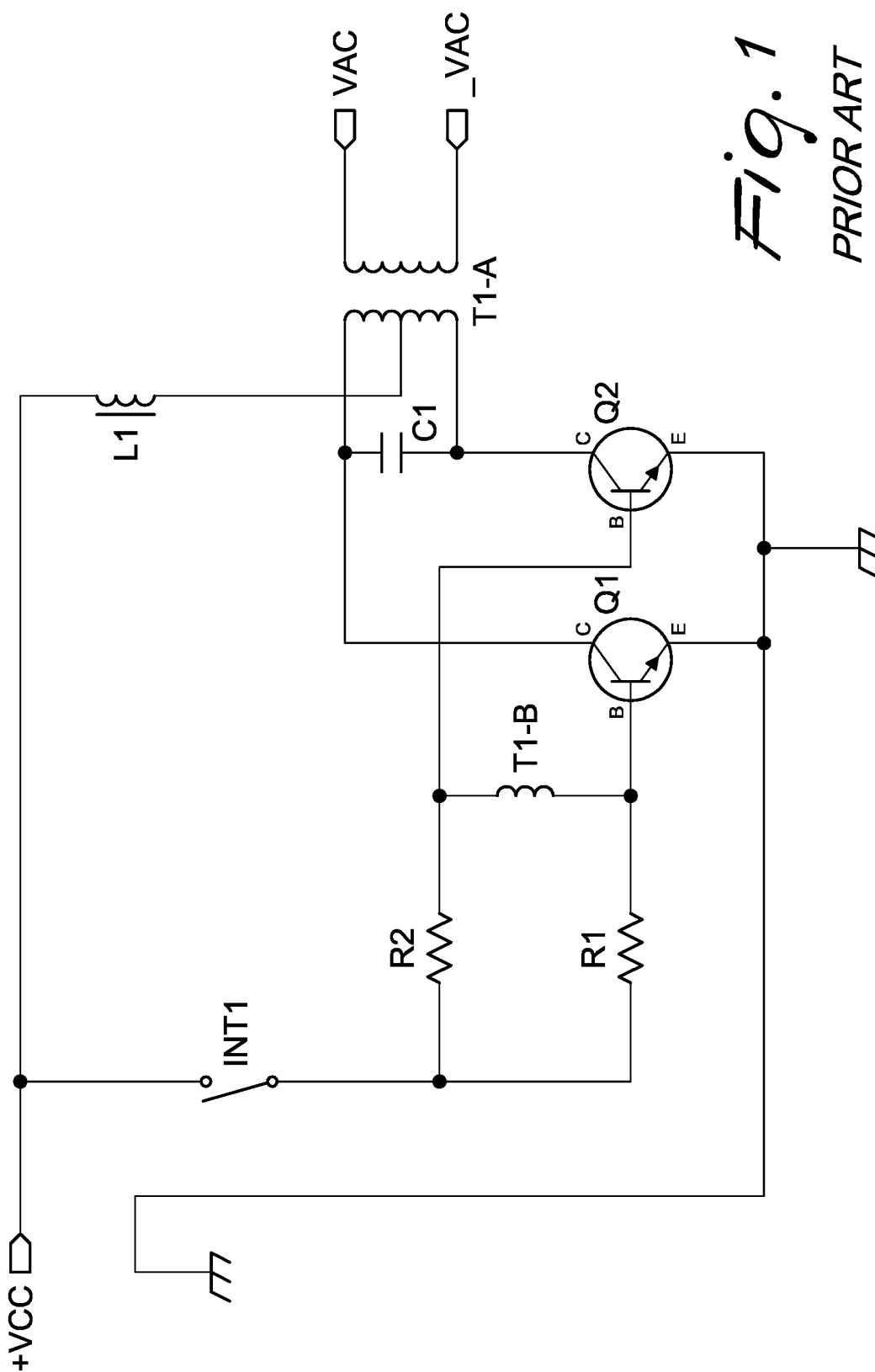
- setting, at the first closure of said switch (6), the frequency of the signal at the output terminals from a control and management unit (22), which is interposed between said switch (6) and said branches (8, 7) provided with respective resistors (14, 13), with a value that is substantially equal to the natural frequency

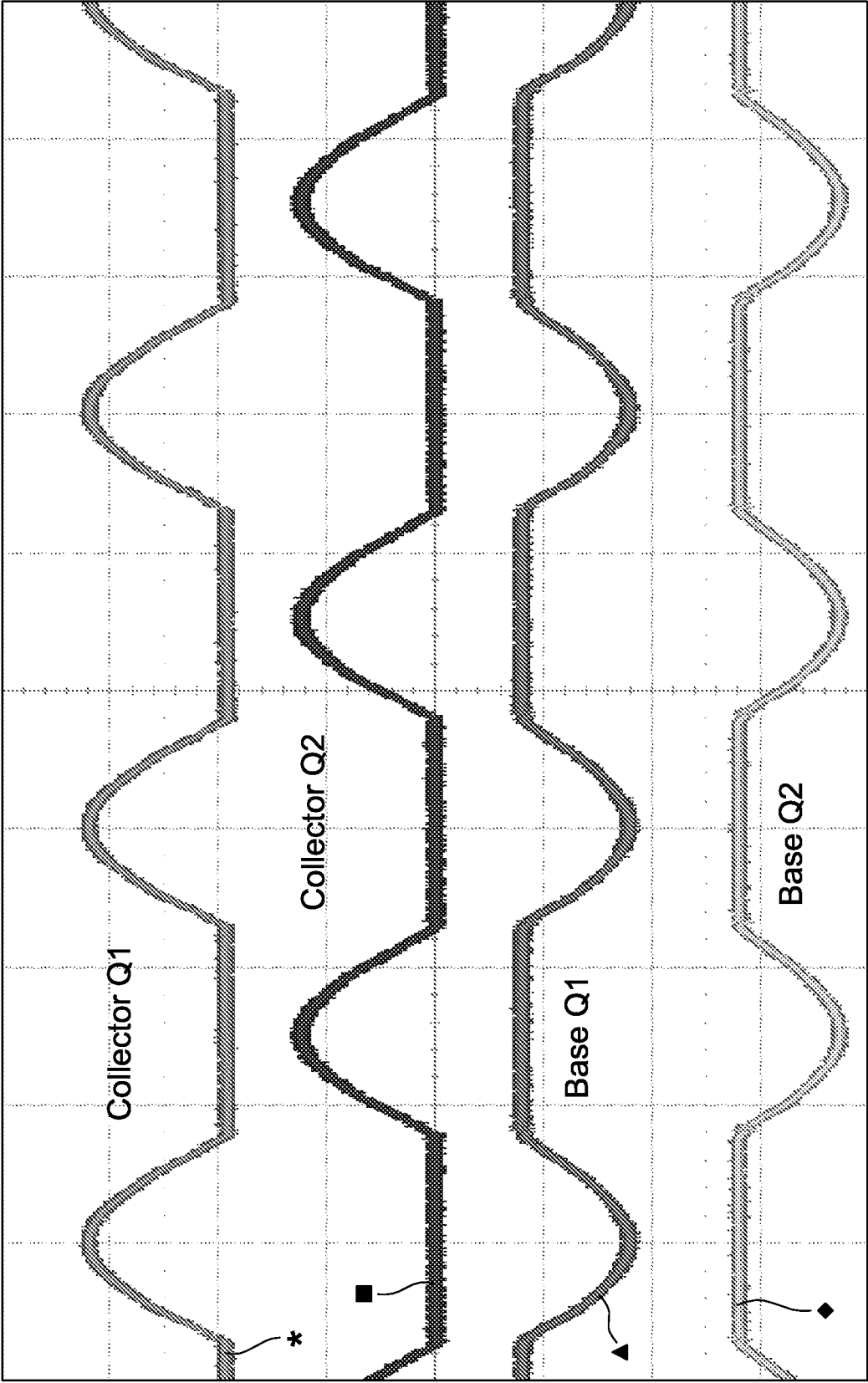
$$f_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}} ;$$

- generating, at the initial step of operation, signals at the output terminals of said unit (22) having a gradually increasing amplitude;
- detecting the value of the frequency f of the voltage that is present across the two terminals of said capacitor (19);
- comparing the value of the frequency f with the value of the natural frequency f_0 ;
- increasing/decreasing the value of the frequency of the signal at the output terminals of said unit (22) in order to modify increase/decrease the frequency f of the voltage that is present across

the two terminals in order to render it substantially equal to the natural frequency f_0 .

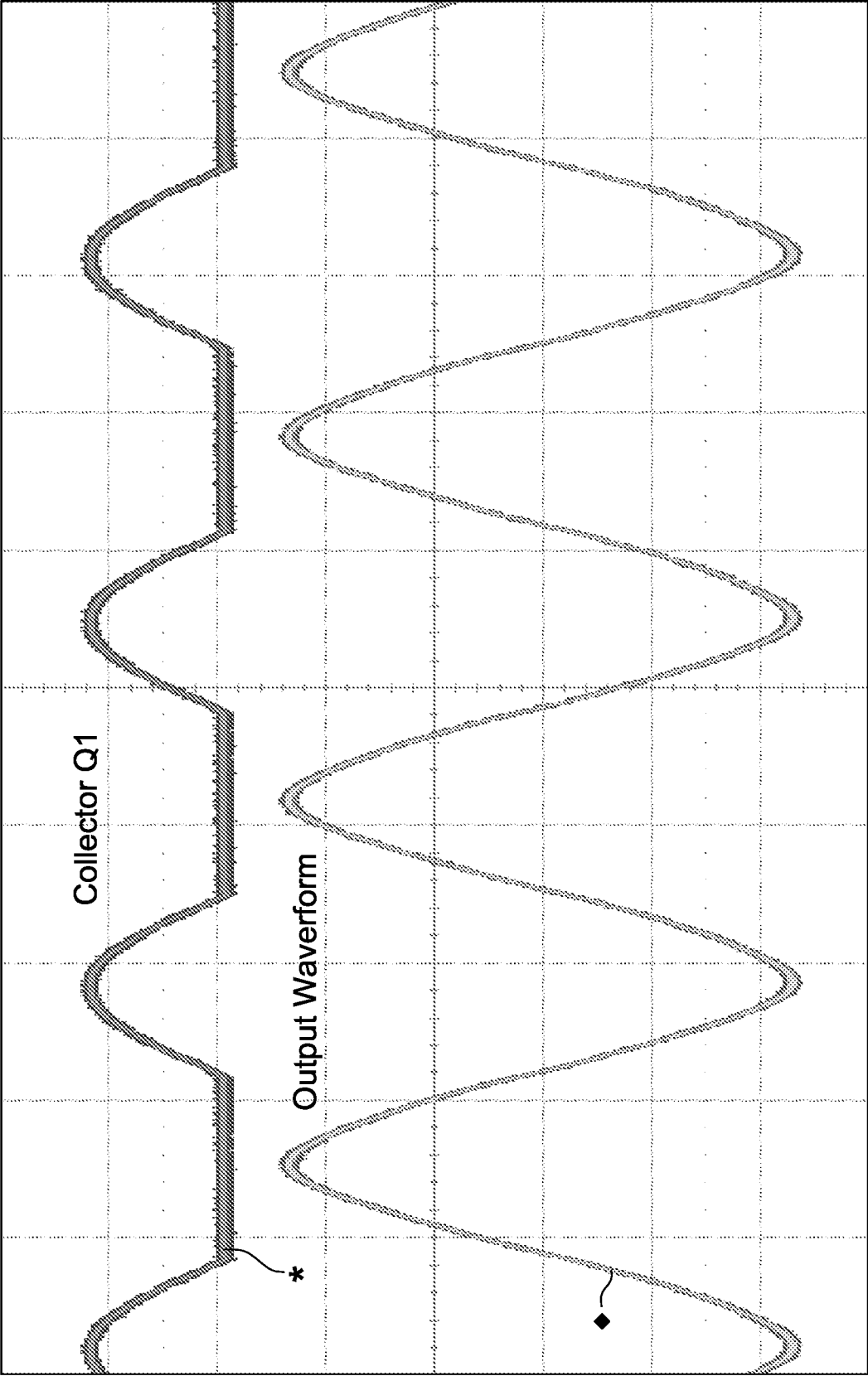
10. The method according to the preceding claim, characterized in that at each cycle of said oscillator circuit (1) the unit (22) detects the value of the frequency of the voltage across the terminals of the capacitor (19) in order to compare it with the natural frequency f_0 and vary the frequency of the signal emitted on the two branches (8, 7) provided with resistors (14, 13).





* C1	BwL DC1M	2.00 V/div	3.840 V ofst
▲ C2	DC1M	5.00 V/div	-4.90 V ofst
■ C3	DC1M	20.0 V/div	-400 mV ofst
◆ C4	DC1M	50.0 V/div	-149.5 V ofst
Timebase		0.0 μ s	250kS
		5.00 μ s/div	5.0 GS/s
Trigger		Stop	Edge
C3 DC		9.8 V	Positive

Fig. 2



Timebase	0.0 μ s	Trigger	C1 DC
500kS	10.0 μ s/div	Stop	11.0 V
	5.0 GS/s	Edge	Positive

◆ C4	DC1M
	200 V/div
	-202.0 V ofst

* C1	BwL DC1M
	20.0 V/div
	38.40 V ofst

Fig. 3

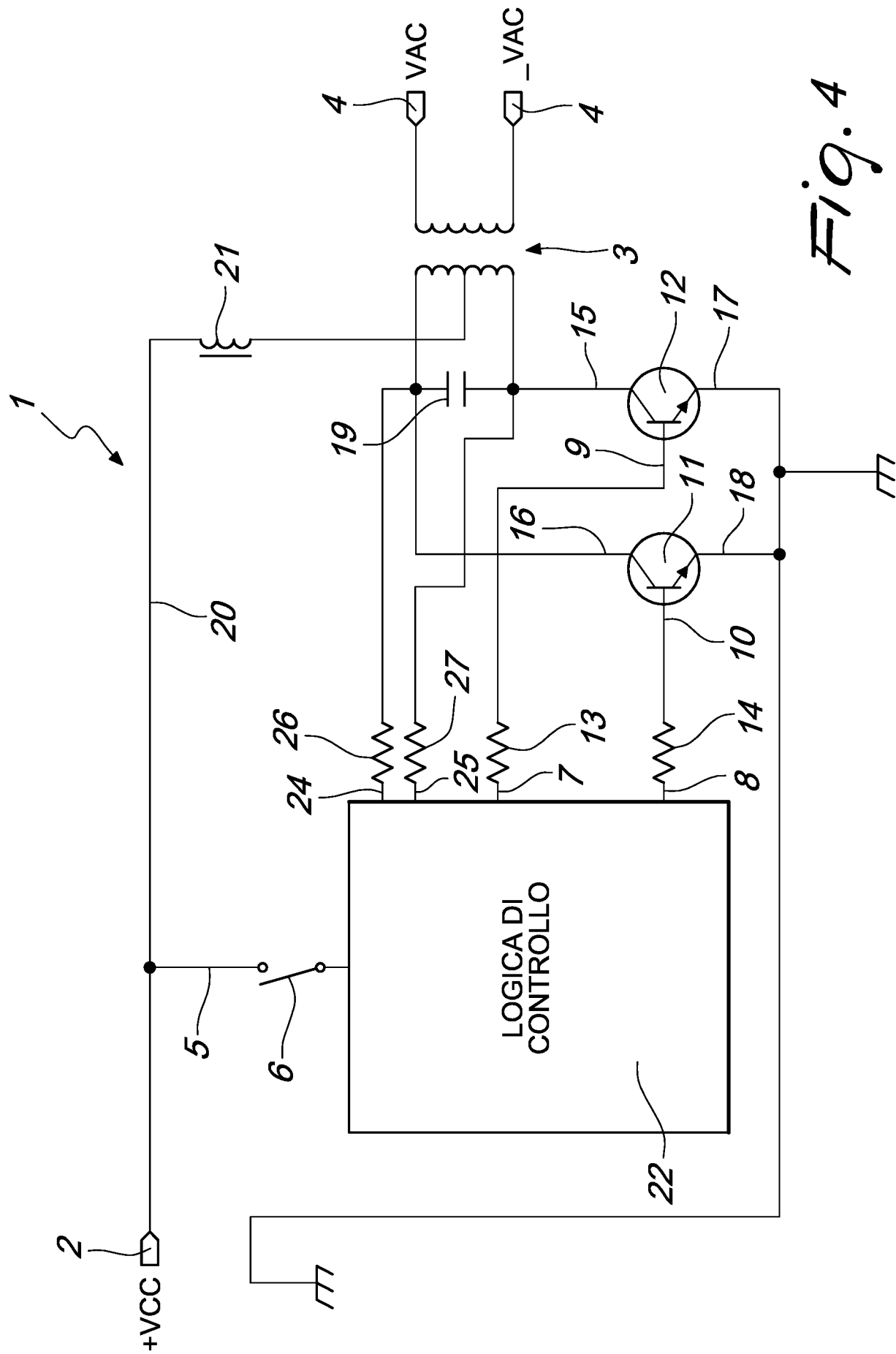


Fig. 4

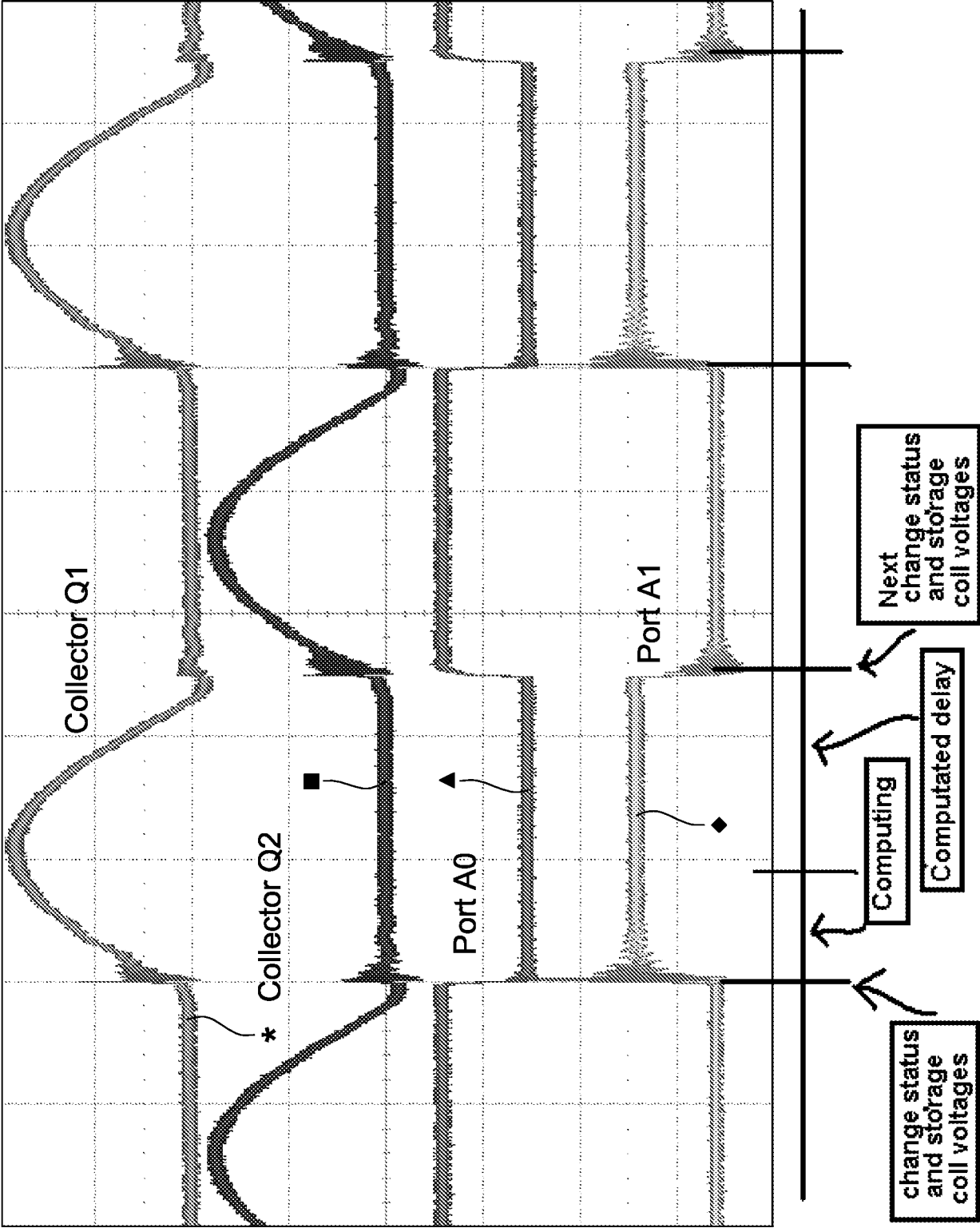
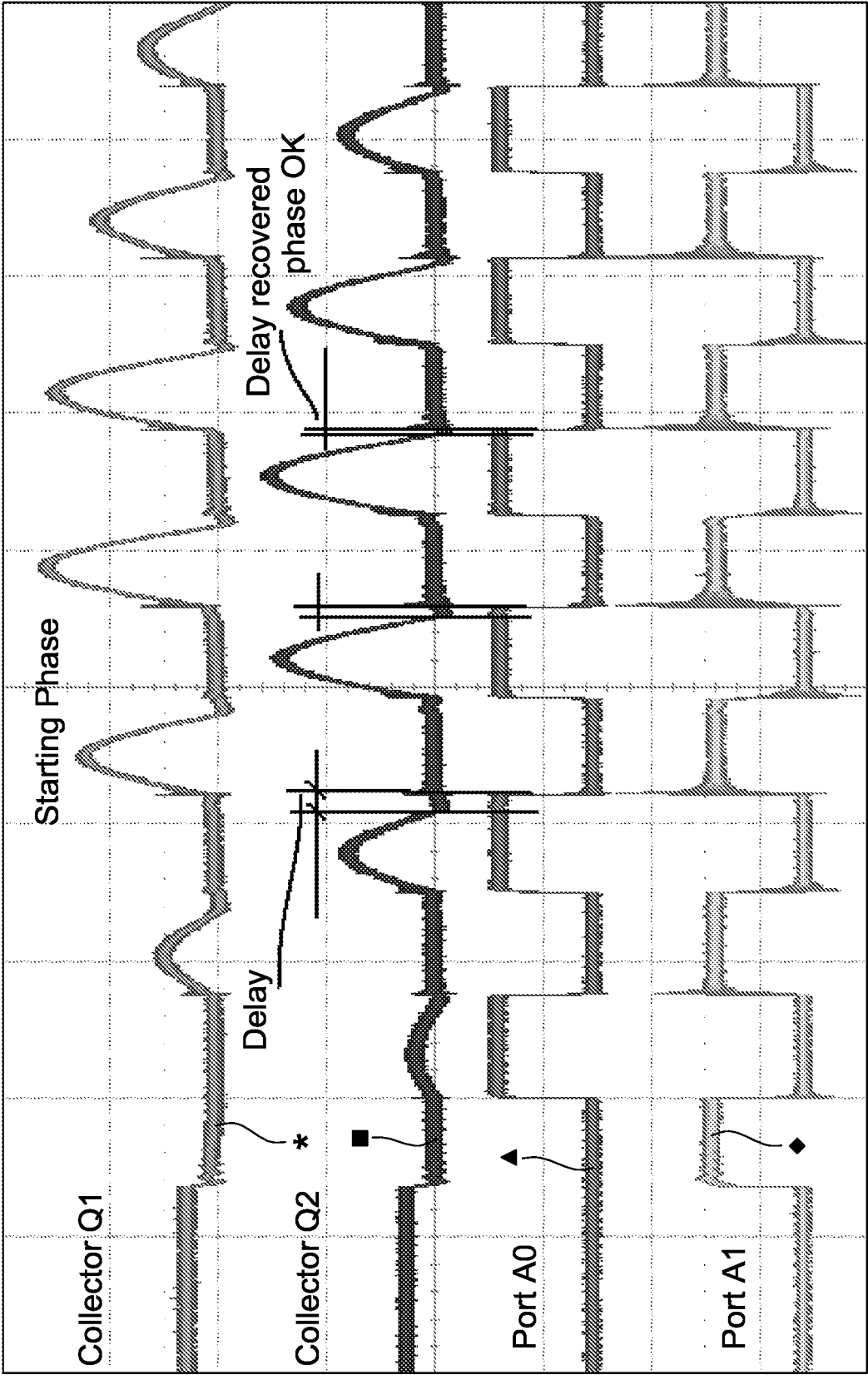


Fig. 5



*C1

BwL DC1M	2.00 V/div
	4.040 V ofst

▲ C2

DC1M	5.00 V/div
	-7.20 V ofst

■ C3

DC1M	20.0 V/div
	-200 mV ofst

◆ C4

DC1M	50.0 V/div
	-171.5 V ofst

Timebase	-60.0 μ s	Trigger	C2 DC
	20.0 μ s/div	Stop	2.00 V
250kS	2.5 GS/s	Edge	Positive

Fig. 6

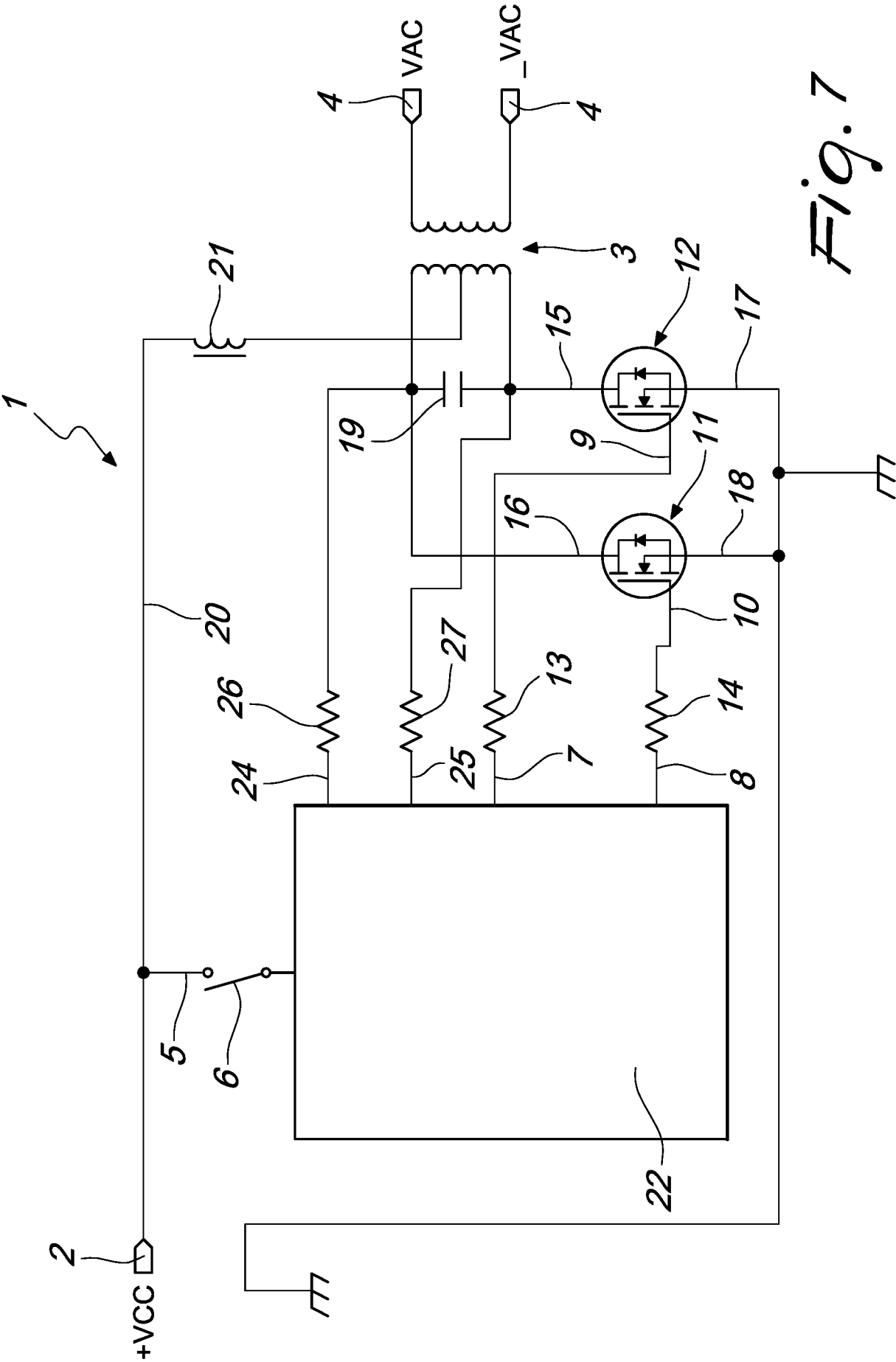


Fig. 7

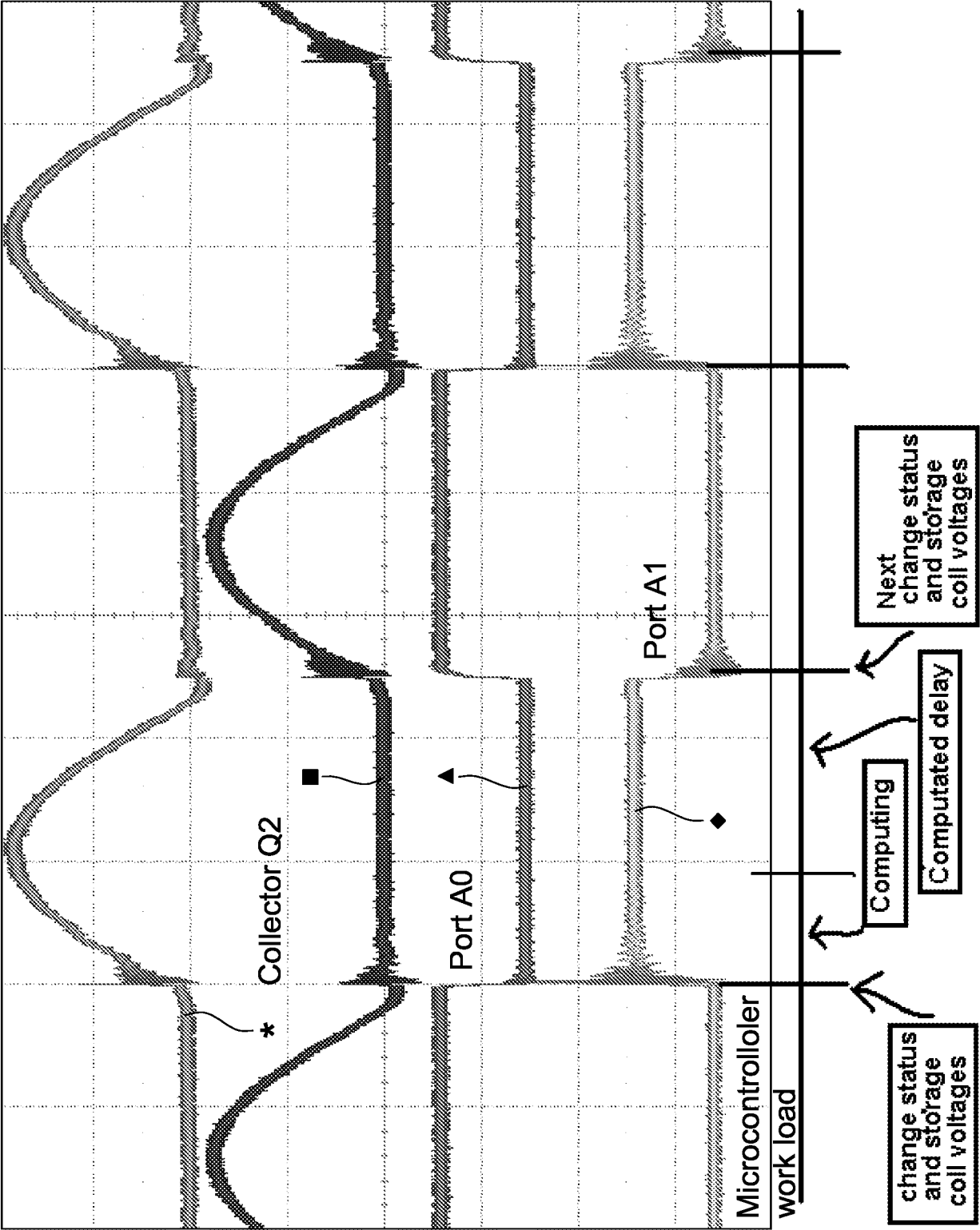
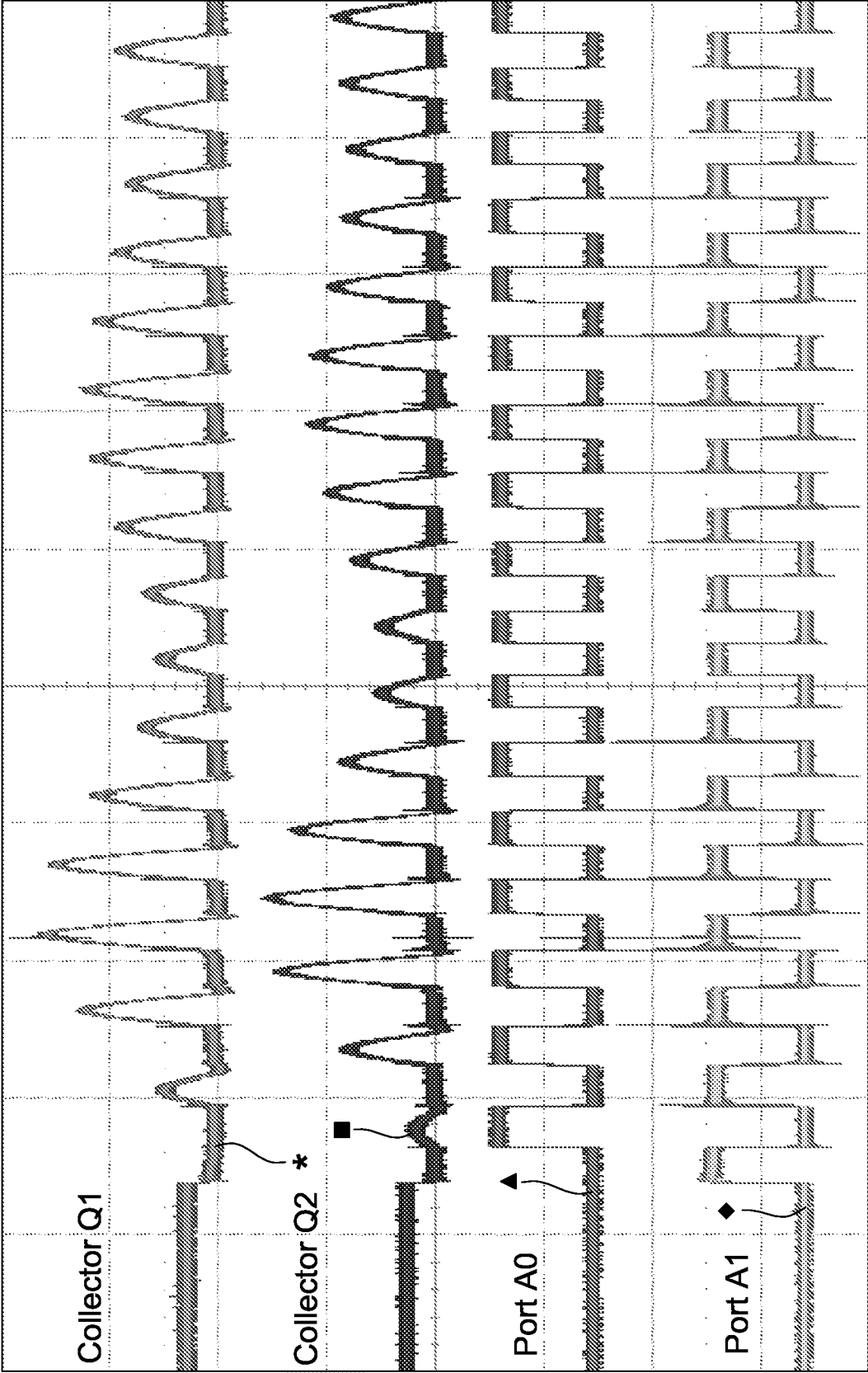


Fig. 8



* C1	BwL DC1M
	2.00 V/div
	4.040 V ofst

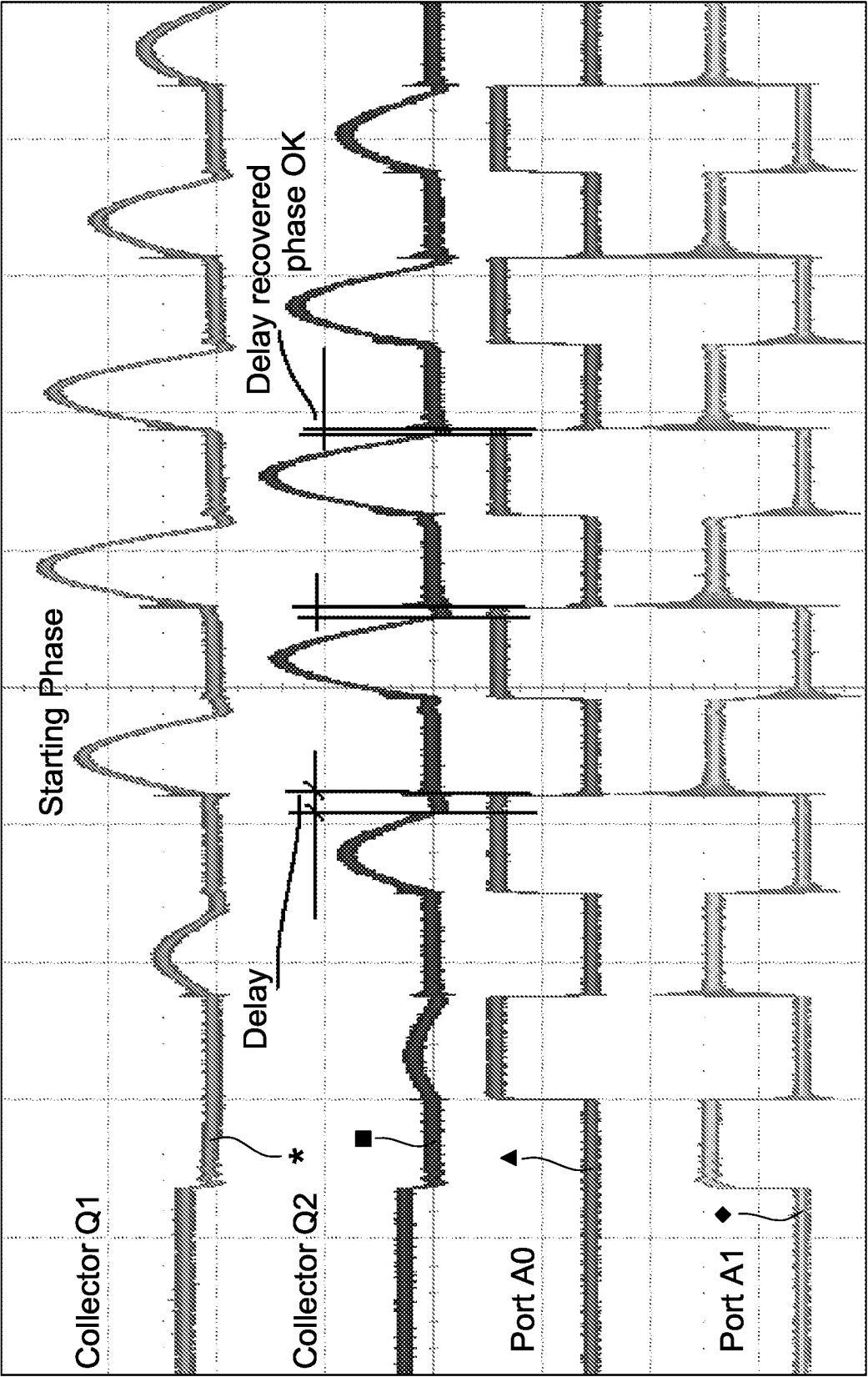
▲ C2	DC1M
	5.00 V/div
	-7.20 V ofst

■ C3	DC1M
	20.0 V/div
	-200 mV ofst

◆ C4	DC1M
	50.0 V/div
	-171.5 V ofst

Timebase	-150 μ s	Trigger	C1 DC
500kS	50.0 μ s/div	Stop	800 V
	1.0 GS/s	Edge	Positive

Fig. 9



* C1	BwL DC1M
	2.00 V/div
	4.040 V ofst

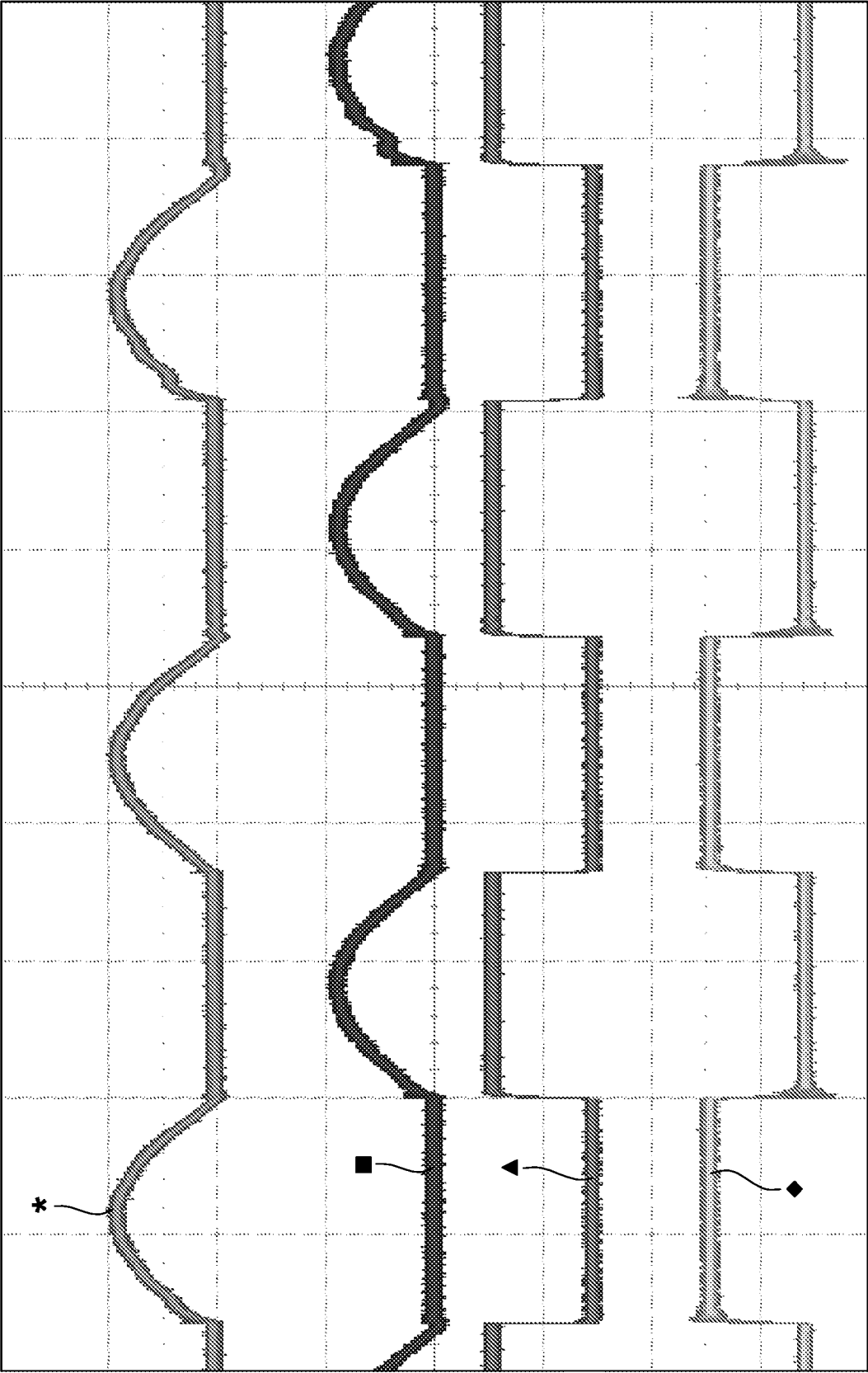
▲ C2	DC1M
	5.00 V/div
	-7.20 V ofst

■ C3	DC1M
	20.0 V/div
	-200 mV ofst

◆ C4	DC1M
	50.0 V/div
	-171.5 V ofst

Timebase	-60.0 μ s	Trigger	C2 DC
	20.0 μ s/div	Stop	2.00 V
250kS	2.5 GS/s	Edge	Positive

Fig. 10



Timebase	-30.0 μs	Trigger	C2 DC
500kS	10.0 μs/div	Stop	2.00 V
	5.0 GS/s	Edge	Positive

C4	DC1M
	5.00 V/div
	-17.25 V ofst

C3	DC1M
	20.0 V/div
	-200 mV ofst

C2	DC1M
	5.00 V/div
	-7.20 V ofst

C1	BwL DC1M
	20.0 V/div
	40.40 V ofst

*C1

▲C2

■C3

◆C4

◆C4

Trigger

C2 DC

Stop

2.00 V

Edge

Positive

500kS

10.0 μs/div

5.0 GS/s

-30.0 μs

Timebase

C1

BwL DC1M

20.0 V/div

40.40 V ofst

C2

DC1M

5.00 V/div

-7.20 V ofst

C3

DC1M

20.0 V/div

-200 mV ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4

DC1M

5.00 V/div

-17.25 V ofst

C4