

(19)



REPUBLIKA SLOVENIJA
Urad RS za intelektualno lastnino

(10) SI 20228 A

(12)

PATENT

(21) Številka prijave: **9900012**

(51) MPK⁶: **H03M 1/80**

(22) Datum prijave: **25.01.1999**

(45) Datum objave: **31.10.2000**

(72) Izumitelj: **Šolar Borut, 4220 Škofja Loka, SI**

(73) Nosilec: **ISKRAEMECO d.d., Savska loka 4, 4000 Kranj, SI**

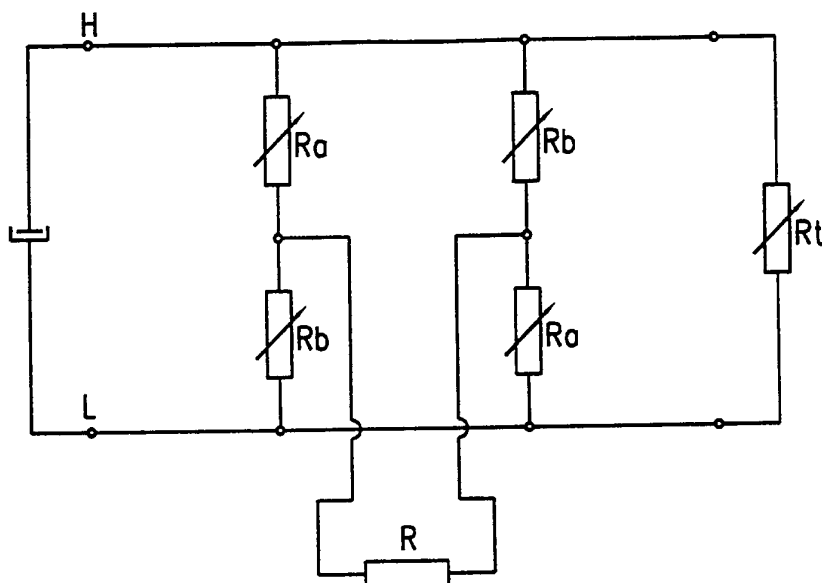
(74) Zastopnik: **Inprocon, storitve intelektualne lastnine, d.o.o., Tržaška 2, 1000 Ljubljana, SI**

(54) POSTOPEK ZA ISTOČASNO GENERIRANJE DIGITALNE SINUSNE IN KOSINUSNE NAPETOSTI TER UPOROVNI MOSTIČEK ZA NJEGOVO IZVAJANJE

(57) Postopek za istočasno generiranje digitalne sinusne in kosinusne napetosti, daje omenjeni napetosti na izhodnih sponkah (x1) in (x2) dveh identičnih uporovnih mostičkov, od katerih ima vsak po dva para različnih, diagonalno nameščenih uporov (Ra) in (Rb), ki sta spremenljiva z zunanjim krmiljenjem. Postopek uporablja za koračno in periodično spreminjanje uporov (Ra) in (Rb) kombinacije paralelnih uporov različnih vrednosti. Preklapljanje opravlja s pomočjo unipolarnih polprevodniških stikal (S),

katere krmili elektronska naprava imenovana "Johnsonov števec", pri čemer mora biti vsota reci- pročnih vrednosti uporov (Ra) in (Rb) konstantna pri vsakem koraku. Naprava za istočasno generiranje digitalne sinusne in kosinusne napetosti je sestavljena iz elektronske naprave za spreminjanje vrednosti uporov (Ra) in (Rb) in dveh identičnih uporovnih mostičkov. Istočasno daje naprava na izhodnih sponkah (x1) in (x2) prvega mostička digitalno sinusno napetost, drugega pa kosinusno.

SI 20228 A



ISKRAEMECO, d. d.

Savska loka 4

4000 Kranj

Izumitelj:

Šolar Borut, Frankovo naselje 160, 4220 Škofja Loka

Postopek in naprava za istočasno generiranje digitalne sinusne in kosinusne napetosti

Področje tehnike

Izum sodi v področje tehnike generatorjev električnih impulzov. Po MPK spada v razred H0K

3/00

Tehniški problem

Izum rešuje tehniški problem istočasnega generiranja sinusne in kosinusne digitalne napetosti na kar najbolj enostaven, pa vendar dovolj zanesljiv, natančen in cenen način.

Stanje tehnike

V merilni in komunikacijski tehniki pogosto nastopa potreba po spektralni obdelavi signalov. S pomočjo referenčnega sinusnega signala kontrolirane faze in frekvence je možno izločiti posamezne frekvenčne komponente merjenega signala oziroma določiti posamezne frekvence Fourierjevega zaporedja.

V dosedanjih izvedbah generatorjev sinusnih referenčnih signalov so bile pretežno uporabljene analogne metode, ki vključujejo oscilatorje in operacijske ojačevalnike ali digitalne metode sinteze s pomočjo pretvorbe D/A.

Pomanjkljivosti analognih rešitev so v nezmožnosti točne zunanje nastavitve željene frekvence v širšem območju, saj sočasno generiranje sinusnega in kosinusnega signala pripelje do faznih napak. Metode digitalnega generiranja s pomočjo pretvornikov D/A sicer omogočajo nadzor frekvence, vendar so energijsko potratne in relativno drage. Upoštevati moramo, da so te naprave večinoma napajane iz baterij, zato je zahteva po majhni porabi energije še kako pomembna.

Opis nove rešitve

Bistvo nove rešitve je v tem, da dobimo referenčno digitalno sinusno ali kosinusno napetost kot diferenco napetosti med dvema točkama mostička krmiljeno spremenljivih uporov v vezavi, ki daje visoko stopnjo časovne stabilnosti izhodne in vhodne impedance ter zelo majhne tokove skozi mostiček, kar pomeni majhno porabo energije.

V nadaljevanju bo nova rešitev podrobno opisana in razložena s pomočjo slik, ki predstavljajo:

Slika 1: Mostiček za generiranje digitalnih sinusnih in kosinusnih napetosti, po izumu

Slika 2: Shematični prikaz dveh verig uporov s preklopnimi stikali in „Johnsonovim števcem“, po izumu.

Za istočasno generiranje digitalne sinusne in kosinusne napetosti potrebujemo dva identična mostička in sicer enega za digitalno sinusno napetost ter drugega za digitalno kosinusno napetost. Mostiček sestavljata dve verigi, od katerih je vsaka sestavljena iz zaporedno vezanih uporov R_a in R_b .



Obe verigi sta vzporedno priključeni na enosmerni vir napajanja (vodnika L in H), s tem, da je prva veriga priključena na vodnik H z uporom Ra, druga pa z uporom Rb ter prva z uporom Rb na vodnik L, druga pa z uporom Ra. Med točkama x1 in x2, ki predstavljata stičišči obeh uporov prve oziroma druge verige uporov, nastane pri enem mostičku referenčna digitalna sinusna napetost, pri drugem pa kosinusna (sl. 1). Sponki x1 in x2 predstavljata izhod mostička, z R pa je označena impedanca bremena. Upora Ra in Rb sta sočasno spremenljiva, vendar nimata v istem trenutku enakih vrednosti v obeh mostičkih. Vedno pa mora veljati relacija: $1/Ra + 1/Rb = 1/Rk = \text{const}$, kjer je Rk karakteristična upornost verige in velja za vsak korak spremembe Ra in Rb. Napetost med sponkama x1 in x2 je enaka produktu iz pritisnjene napetosti U in ulomka $R^2(Ra-Rb)/[(R+Ra)(R+Rb)(Ra+Rb)]$. V limitnem primeru, ko je impedanca bremena R velika v primerjavi s karakteristično upornostjo Rk je ta ulomek enak $(Ra - Rb)/(Ra + Rb)$. Mostiček deluje torej kot delilnik napetosti. Upora Ra in Rb je vedno možno tako izbrati, da zavzame ulomek $(Ra - Rb)/(Ra + Rb)$ poljubno vrednost v mejah +1 in -1. To lahko tudi zapišemo:

$$[Ra(n) - Rb(n)] / [Ra(n) + Rb(n)] = \sin [2\pi(n-1)/N + N/4] = \cos 2\pi(n-1)/N$$

pri čemer je n korak spremembe uporov Ra in Rb in teče od 1 do N. N pomeni število vzorcev na periodo. Upora Ra in Rb sta kombinacija vzporedno vezanih uporov R_1 do $R_{N/4}$, kar je prikazano na sliki 2.

Prednost mostične vezave se pokaže, če izdelamo upore v CMOS tehnologiji. Natančnost delilnika je, splošno gledano, odvisna od točnosti in stabilnosti (časovne, temperaturne) vseh uporov. Pri pričujoči vezavi, pa je pomembno samo to, da ostanejo razmerja uporov nespremenjena. Če so upori v CMOS tehnologiji narejeni na enak način, se bodo tudi enako časovno in temperaturno spreminjali, kar pa točnosti meritev ne moti, ker se spremembe kompenzirajo.

Sam postopek istočasnega generiranja digitalnega sinusnega in cosinusnega signala pa poteka na sledeč način: Vrednosi uporov Ra in Rb dobivamo na ta način, da paralelno priključujemo upore različnih vrednosti. Koliko je teh različnih vrednosti, je odvisno od števila vzorcev na periodo N, ki mora biti deljivo s 4. Ker mora biti hkrati izpolnjen še pogoj $(1/Ra + 1/Rb) = 1/Rk = \text{const}$, pomeni, da če delamo z 2m upori, morajo biti vsi hkrati v verigi in sicer kot sestavni del upora Ra ali pa upora Rb. Pri tem je $m=N/4$. Ker sta dva upora (Ra in Rb) rabimo

m različnih vrednosti uporov, od tega pa vsako vrednost dvakrat.. Za eno verigo potrebujemo 2m uporov in za mostiček 4m uporov.

S posebno elektronsko krmilno napravo periodično priklapljamu upore na linijo L ali H, kot je to prikazano na sliki 2. Na ta način nastaja na sponkah x_1 in x_2 prvega mostička digitalna sinusna, na sponkah x_1 in x_2 drugega mostička pa digitalna kosinusna napetost. Preklop opravimo s parom unipolarnih polprevodniških stikal S.

Za periodično krmiljenje stikal S je zelo primerna naprava, imenovana „Johnsonov števec“, ki sama po sebi spada v stanje tehnike. „Johnsonov števec“ je enokoračni števec, pri katerem ne prihaja do sočasne spremembe logičnih stanj dveh ali več izhodov, kar pomeni, da na izhodih ne prihaja do prehodnih pojavov, ki bi nekontrolirano zakasnili posamezne izhodne sekvence. Časovno natančnost izhodov tako določa le natančnost ure, ki proži „Johnsonov števec“.

Podrobneje bo postopek opisan na izvedbenem primeru. Vzemimo, da smo se odločili za število vzorcev na periodo $N = 16$. Število različnih vrednosti uporov je štiri ($N/4$). Za eno verigo potrebujemo osem uporov (vsako vrednost v dveh primerkih). Vrednosti uporov so:

$$R_1 = 197,66 \text{ k}\Omega, R_2 = 69,33 \text{ k}\Omega, R_3 = 46,33 \text{ k}\Omega, R_4 = 39,33 \text{ k}\Omega.$$

Upori bodo v zaporednih korakih paralelno priklapljeni na vodnik H ali L s pomočjo „Johnsonovega števca“ Za ilustracijo si oglejmo potek koračnih vrednosti uporov R_a in R_b za kosinusni mostiček (Tabela 1). Na začetku ($n=1$ in $\cos 0=1$) so vsi upori paralelno vezani in tvorijo upor R_a . Sponke za upor R_b so proste (ni priključenega nobenega upora). $R_b = \infty$. Vrednost ulomka $(R_a - R_b)/(R_a + R_b)$ ima limitno vrednost 1. Popačitev oblike osnovnega sinusnega signala, ki jo določa predvsem prisotnost tretjega harmonika, je odvisna od impedance bremena in je manjša od 10^{-9} . V limitnem primeru, ko je upornost bremena na sponkah $x_1 - x_2$ zelo velika napram upornosti $2 \times 7,51 \text{ k}\Omega$ gre faktor popačitve proti 0. Breme je namreč vezano na vir napetosti zaporedno z dvema uporoma $7,51 \text{ k}\Omega$. Nadaljnji potek je lepo razviden iz tabele 1.

Koraki preklapljanja uporov sinusnega mostička zaostajajo za $N/4$ za koraki kosinusnega mostička. V opisanem praktičnem primeru to pomeni, da ima prvi korak v sinusnem mostičku konfiguracijo uporov, ki je enaka konfiguraciji v 13. koraku kosinusnega mostička.

Vhodna impedanca mostička po izumu (med vodnikoma H in L) je odvisna od bremenskega upora na izhodnih sponkah (x_1 in x_2). V limitnem primeru sklenjenih izhodnih sponk, to je, ko je impedanca bremena R majhna v primerjavi s karakteristično upornostjo R_k , je vhodna električna impedanca, ki jo čuti enosmerni napajalni vir, konstantna v celotnem področju periode sinusa oziroma kosinusa.

V drugem limitnem primeru, ko so izhodne sponke razklenjene, je spremenljivost vhodne impedanace (tekem periode sinusa ali kosinusa) okoli 15%.

V primeru, da sta izhodni sponki mostička obremenjeni s karakteristično impedanco R_k , je spremenljivost vhodne impedanace le še okoli 0,2%.

Dodatna stabilizacija vhodne impedanace je dosežena s paralelno vezanim dodatnim uporom R_t , kot je to razvidno iz slike 1.

Tabela 1

n	Ra		Rb		$\frac{Ra-Rb}{Ra+Rb}$
	paralelni upori / vrednost v $k\Omega$		paralelni upori / vrednost v $k\Omega$		
1	-	∞	R1/R2/R3/R4/R4/R3/R2/R1	7,51	1
2	R1	197,66	R1/R2/R3/R4/R4/R3/R2	7,81	0,92
3	R1/R2	51,33	R1/R2/R3/R4/R4/R3	8,81	0,71
4	R1/R2/R3	24,35	R1/R2/R3/R4/R4	10,88	0,38
5	R1/R2/R3/R4	15,04	R1/R2/R3/R4	15,04	0
6	R1/R2/R3/R4/R4	10,88	R1/R2/R3	24,35	-0,38
7	R1/R2/R3/R4/R4/R3	15,04	R1/R2	51,33	-0,71
8	R1/R2/R3/R4/R4/R3/R2	7,81	R1	197,66	-0,92
9	R1/R2/R3/R4/R4/R3/R2/R1	7,51	-	∞	-1
10	R1/R2/R3/R4/R4/R3/R2	7,81	R1	197,66	-0,92
11	R1/R2/R3/R4/R4/R3	8,81	R1/R2	51,33	-0,71
12	R1/R2/R3/R4/R4	10,88	R1/R2/R3	24,35	-0,38
13	R1/R2/R3/R4	15,04	R1/R2/R3/R4	15,04	0
14	R1/R2/R3	24,35	R1/R2/R3/R4/R4	10,88	0,38
15	R1/R2/	51,33	R1/R2/R3/R4/R4/R3	8,81	0,71
16	R1	197,66	R1/R2/R3/R4/R4/R4/R3/R2	7,81	0,92

ISKRAEMECO d.d.

zanjo

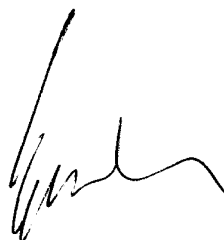


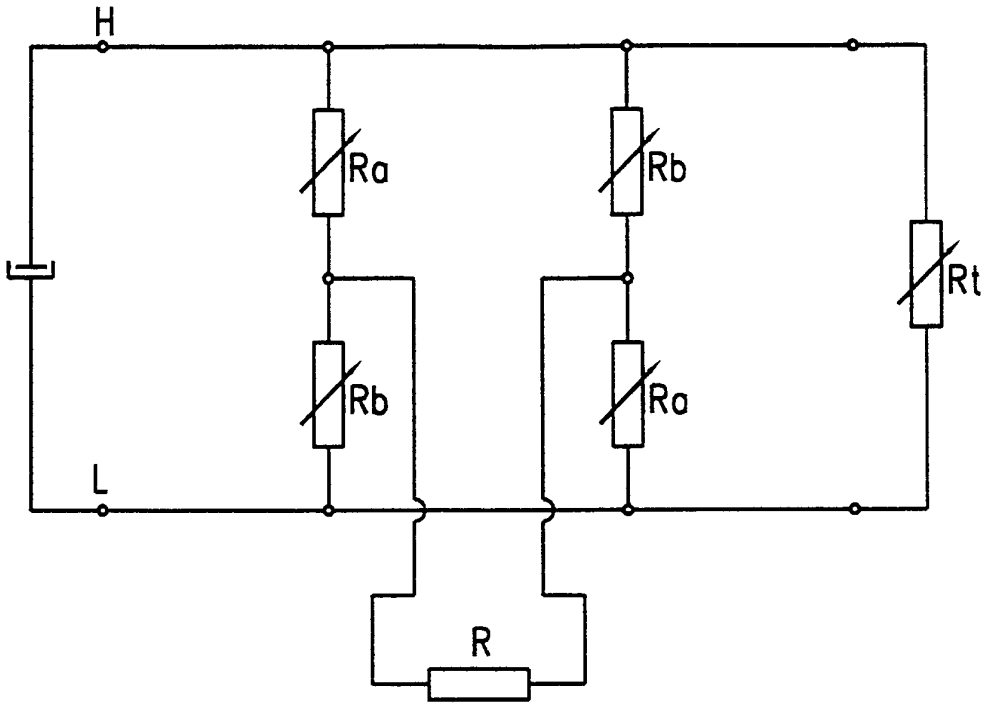
Patentni zahtevki

1. Postopek za istočasno generiranje digitalne sinusne in kosinusne napetosti, ki ustvarja istočasno na sponkah (x1), (x2) prvega uporovnega mostička digitalno sinusno napetost, na sponkah (x1), (x2) drugega uporovnega mostička pa digitalno kosinusno napetost, značilen po tem, da koračno in periodično spreminja vrednost uporov (Ra) in (Rb) s koračnimi in periodičnimi paralelnimi kombinacijami različnih uporov, pod pogojem, da je vsota recipročnih vrednosti uporov (Ra) in (Rb) konstantna v vsakem koraku, nabor vrednosti uporov za paralelne kombinacije pa ima toliko različnih vrednosti, kolikor znaša ena četrtnina vzorcev na periodo, da vrši preklapljanje uporov s pomočjo unipolarnih polprevodniških stikal (S), koračno in periodično proženih s posebno elektronsko napravo, različno za vsak mostiček
2. Postopek po zahtevku 1, značilen po tem, da za koračno in periodično preklapljanje stikal (S) uporablja napravo, imenovano „Johnsonov števec“.
3. Naprava za istočasno generiranje digitalne sinusne in kosinusne napetosti, ki vsebuje elektronsko napravo za koračno in periodično spreminjanje vrednosti uporov v mostičkih, značilna po tem, da ima dva identična uporovna mostička od katerih vsakega sestavljata dve vzporedni verigi, sestavljeni iz zaporedno vezanih uporov (Ra) in (Rb), pri čemer sta verigi obrnjeni tako, da sta enaka upora diagonalna, prosta konca verig pa sta zvezana skupaj in priključena na vir enosmerne napetosti, da sta spojišči (x1) in (x2) izhodni sponki vsakega mostička.

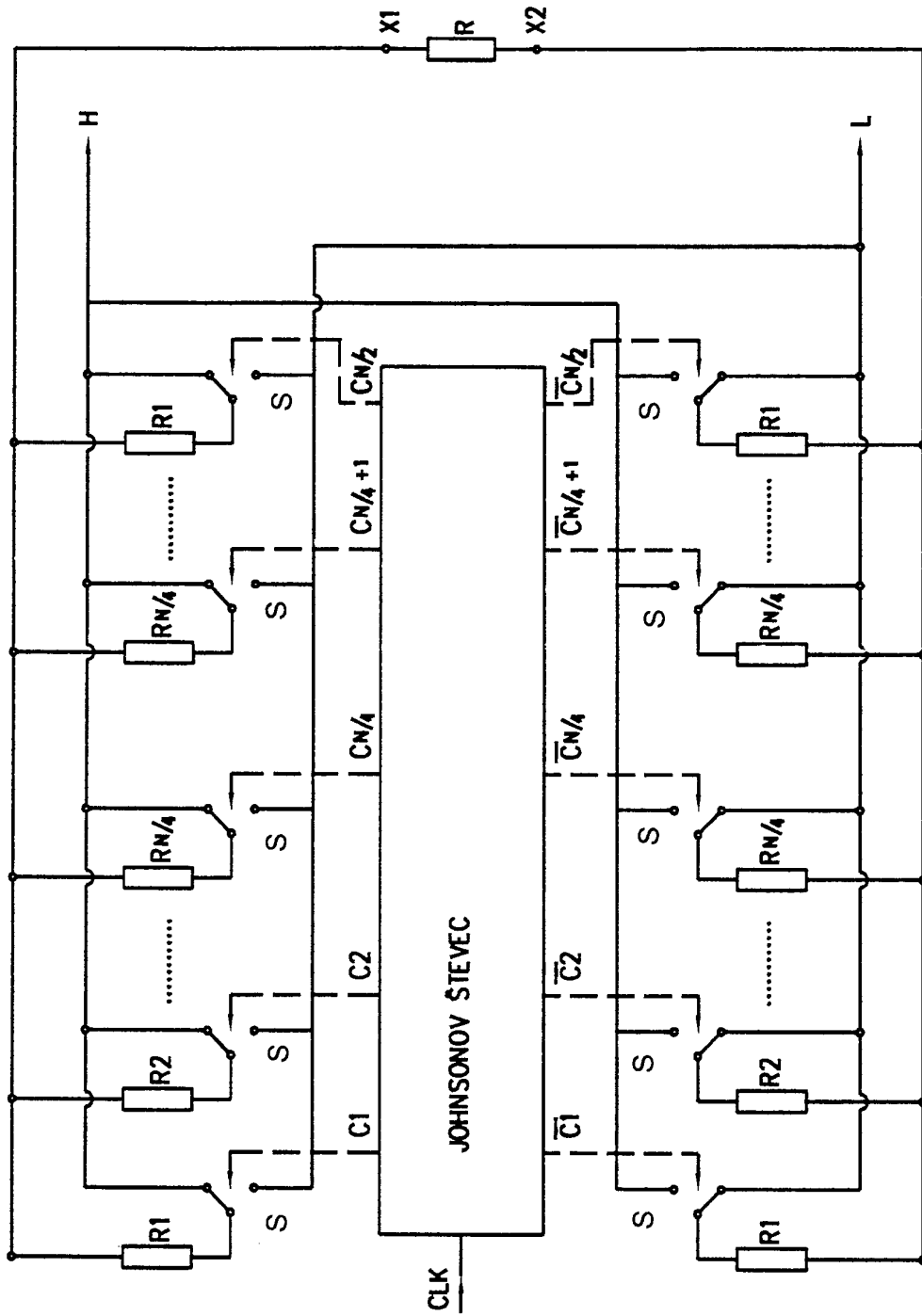
ISKRAEMECO d.d.

zanjo

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes, positioned below the printed name and the word 'zanjo'.



Slika 1.



Slika 2.