शोध पत्र / Research Paper

रेक्टीफायर और एम्पलीफायर आउटपुट का वेवलेट विश्लेषण

WAVELET ANALYSIS OF RECTIFIER AND AMPLIFIER OUTPUTS

एस. शंकर रामन

S. Sankararaman

ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स विभाग, केरल विश्वविद्यालय, तिरुवनंतपुरम, केरल, भारत

Department of Optoelectronics, University of Kerala, Thiruvananthapuram, Kerala, India

drssraman@gmail.com, Mob: 9447421844

सार

अधिकांश पावर इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम के साथ–साथ इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में हार्मोनिक्स को देखा जा सकता है। हार्मोनिक्स के अध्ययन पर अधिक ध्यान देने की आवश्यकता है क्योंकि उनसे संबंधित समस्या आम नहीं है। यह सिस्टम के आउटपुट को प्रभावित कर सकता है। तो उन्हें छानने के अगले चरण के लिए हार्मोनिक घटक की पहचान बहुत उपयोगी है। इस कार्य में, रेक्टिफायर सर्किट और इनवर्टिंग एम्पलीफायर सर्किट में हार्मोनिक्स की उपस्थिति को विश्लेषण फ़ंक्शन के रूप में बम्प वेवलेट का उपयोग करके निरंतर तरंगिका विश्लेषण का उपयोग करके पहचाना जाता है।

Abstract

Harmonics can be observed in most power electronic systems as well as electronic circuits. The study of harmonics needs more attention as the problem related to them is not common. This can affect the output of the system. So identifying the harmonic component is very useful for the next step of filtering them. In this work, the presence of harmonics in the rectifier circuit and the inverting amplifier circuit is identified using continuous wavelet analysis using the bump wavelet as the analysis function.

विषय बोधक शब्द –रेक्टिफायर, एम्पलीफायर, वेवलेट, हार्मोनिक विश्लेषण

Keywords - Rectifier, Amplifier, Wavelet, Harmonic Analysis

1. परिचय

हाल ही में, हार्मोनिक अध्ययन पर अधिक ध्यान दिया जाता है क्योंकि एक प्रणाली में वर्तमान या वोल्टेज तरंगों में विरूपण की मात्रा महत्वपूर्ण है। सबसे महत्वपूर्ण हार्मोनिक पीढ़ी प्रणालियों में से एक एसी/डीसी (AC/DC) कन्वर्टर्स है। अन्य स्रोतों में ऐसे उपकरण शामिल हैं जो वोल्टेज–वर्तमान ट्रांसफार्मर, रिएक्टर, AC आर्क फर्नेस की गैर–रैखिक विशेषताओं के कारण हार्मोनिक्स उत्पन्न करते हैं) और हाइब्रिड डिवाइस (DC आर्क फर्नेस, इलेक्ट्रॉनिक रोड़े के साथ फ्लोरोसेंट लैंप) (1)। हार्मोनिक अध्ययन के क्षेत्र में पावर सिस्टम हार्मोनिक्स भी अधिक लोकप्रिय हो गया है। हालांकि हार्मोनिक्स के संबंध में समस्याएं बहुत दुर्लभ हैं, इसकी जागरूकता बहुत महत्वपूर्ण है (2)।

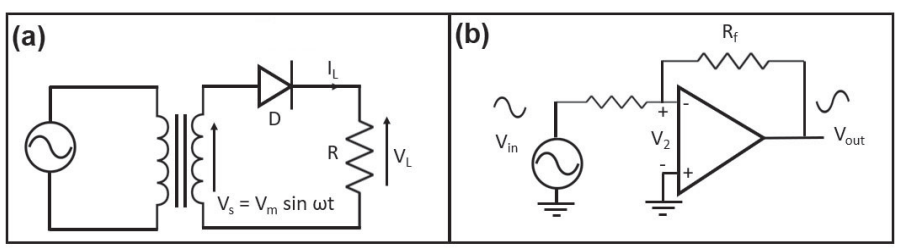
हार्मोनिक्स के कारण उत्पन्न समस्याओं में ताप प्रभाव के कारण उपकरण (संधारित्र, मोटर) की विफलता, वोल्टेज में उच्च विकृति और संचार सर्किट के साथ हस्तक्षेप, उपकरण की रीडिंग में त्रुटि की संभावना शामिल

है। हार्मोनिक्स एक ऐसा शब्द है जो एक तरंग की मौलिक आवृत्ति के पूर्णांक गुणक का प्रतिनिधित्व करता है। फूरियर सिद्धांत के अनुसार, यह ज्ञात है कि किसी भी दोहराई जाने वाली तरंगों को साइनसॉइडल तरंगों के योग के रूप में दर्शाया जा सकता है जो एक मौलिक आवृत्ति के हार्मोनिक्स या पूर्णांक गुणक होते हैं और आवृत्ति बढ़ने पर आवृत्ति की तीव्रता कम हो जाती है (2,4)।

वेवलेट विश्लेषण सिग्नल विश्लेषण के लिए शक्तिशाली गणितीय उपकरणों में से एक है जो प्रमुख आवृत्ति और उस समय के बारे में जानकारी प्रदान करने में सक्षम है जिस पर यह होता है (5,6)। वेवलेट ट्रांसफॉर्म में उपयोग किए जाने वाले विश्लेषण कार्यों को वेवलेट (7) कहा जाता है। विभिन्न प्रकार के तरंगिकाएँ उपलब्ध हैं, जैसे मैक्सिकन हैट वेवलेट, मोरेलेट वेवलेट, हार वेवलेट, मेयर वेवलेट, शैनन वेवलेट, आदि (8)। निरंतर तरंगिका विश्लेषण का उपयोग पावर स्पेक्ट्रा का उपयोग करके समय–आवृत्ति डोमेन में सिग्नल का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है जबकि असतत तरंगिका परिवर्तन का उपयोग सिग्नल को विघटित और फ़िल्टर करने के लिए किया जाता है (8–10)। बंप वेवलेट की एक अच्छी विशेषता यह है कि इसकी आवृत्ति में संकीर्ण विचरण और समय में व्यापक विचरण होता है। वर्तमान कार्य में, हाफ वेव रेक्टिफायर और इनवर्टिंग एम्पलीफायर के आउटपुट में हार्मोनिक्स की पीढ़ी का विश्लेषण बम्प वेवलेट का उपयोग करके किया जाता है।

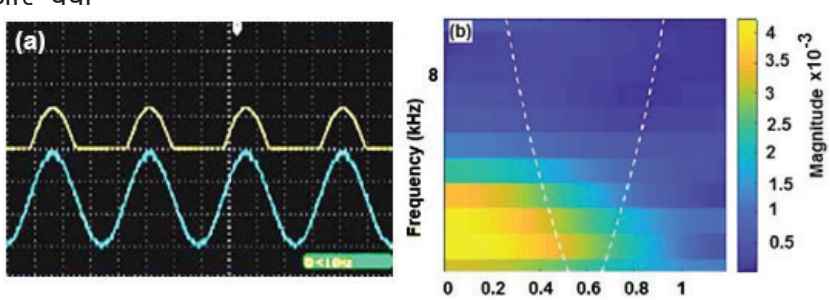
2. प्रयोग

चित्र 1 में दिखाए गए हाफ वेव रेक्टिफायर और इनवर्टिंग एम्पलीफायर सर्किट का निर्माण किया जाता है और डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप (डीएसओ–DSO) का उपयोग करके इनपुट और फीडबैक रेजिस्टर Rf के साथ आउटपुट की भिन्नता का अध्ययन किया जाता है। डीएसओ में संग्रहीत आउटपुट तरंगों का विश्लेषण कार्य के रूप में बम्प वेवलेट के साथ विश्लेषण के अधीन किया जाता है।



चित्र 1. (ए) हाफ वेव रेक्टिफायर सर्किट और (बी) इनवर्टिंग एम्पलीफायर सर्किट

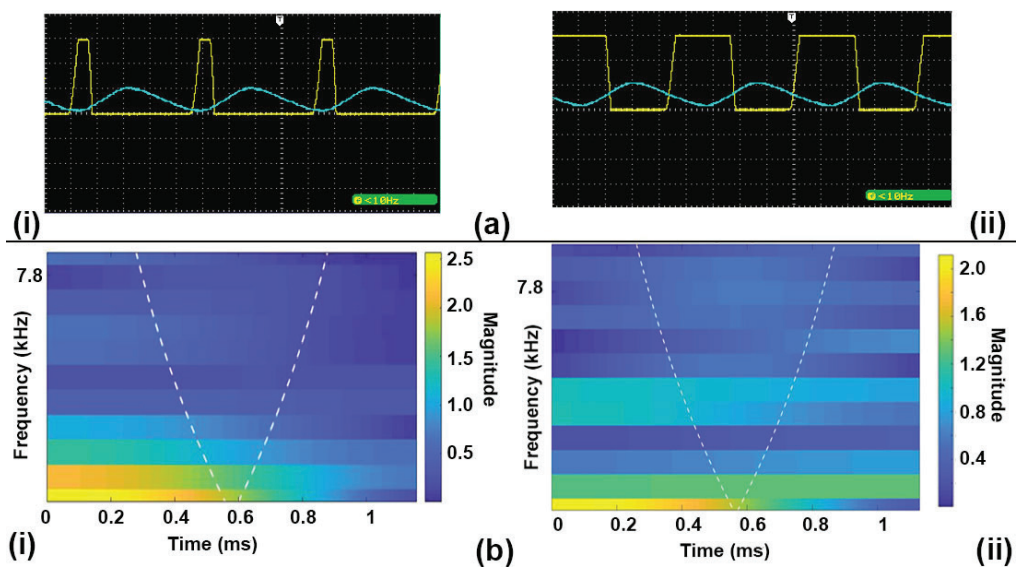
3. परिणाम और चर्चा



चित्र 2. (ए) हाफ वेव रेक्टिफायर इनपुट और आउटपुट और (बी) हाफ वेव रेक्टिफायर आउटपुट का वेवलेट्स ट्रांसफॉर्म ।

चित्र 2 हाफ वेव रेक्टिफायर सर्किट के इनपुट (50 Hz) और आउटपुट को इसके वेवलेट ट्रांसफॉर्म के साथ दिखाता है। चित्र 2 (बी) से, प्रभाव के शंकु के भीतर (बिंदीदार रेखाओं के रूप में दिखाया गया है), यह देखा जा सकता है कि उच्च हार्मोनिक घटकों का आयाम वर्ग तरंग के फूरियर विस्तार के रूप में उत्तरोत्तर घटता जाता है।

प्रतिक्रिया प्रतिरोध Rf=20 kΩ और 100 kΩ के साथ ऑप–एम्प (Op-amp) इनवर्टिंग एम्पलीफायर के इनपुट और आउटपुट तरंगों को चित्र 3 में दिखाया गया है। हम देख सकते हैं कि जैसे–जैसे Rf का मान बढ़ता है, एम्पलीफायर का लाभ बढ़ता है और ±Vcc से आगे निकल जाता है। एम्पलीफायर का ऐसा क्लिप्ड आउटपुट वेवफॉर्म चित्र 3 (ए) में दिखाया गया है। बम्प वेवलेट और वेवलेट ट्रांसफॉर्म का उपयोग करके विश्लेषण किए गए एम्पलीफायर आउटपुट को चित्र 3 (बी) में दिखाया गया है। चित्रा 3 (बी) से, हम उच्च तीव्रता के रूप में इंगित सबसे कम आवृत्ति के साथ विभिन्न आवृत्तियों की उपस्थिति देख सकते हैं।



चित्र 3. (ए) ऑप–एम्प इनपुट और आउटपुट वेवफॉर्म (i) Rf = 20 kΩ (ii) Rf = 100 kΩ और (बी) आउटपुट का वेवलेट ट्रांसफॉर्म (i) Rf = 20 kΩ (ii) Rf = 100 kΩ

4. निष्कर्ष

इस पत्र में वर्णित कार्य शक्तिशाली गणितीय उपकरण – वेवलेट विश्लेषण का उपयोग करके, इलेक्ट्रॉनिक सर्किट के आउटपुट में हार्मोनिक्स के रूप में मौजूद विभिन्न आवृत्ति घटकों को समझने की एक संभावित विधि का सुझाव देता है। एक उदाहरण के रूप में, हाफ वेव रेक्टिफायर और ऑपरेशनल एम्पलीफायर के आउटपुट का विश्लेषण बम्प वेवलेट का उपयोग करके किया जाता है। तरंगिका रूपांतरण स्केलोग्राम के माध्यम से आउटपुट में मौजूद विभिन्न आवृत्ति घटकों में प्रकाश डाल सकता है। तरंगिका विश्लेषण के माध्यम से पहचाने गए आउटपुट पर आवृत्तियों, फास्ट फूरियर ट्रांसफॉर्म (एफएफटी –FFT) विश्लेषण के अनुरूप हैं और इस प्रकार संकेत विश्लेषण के लिए तकनीक की क्षमता का सुझाव देते हैं।

संदर्भ

[1] A B Yildiz, and E U Aglar. "Harmonic modeling of full-wave diode rectifier for nonuniform load currents." Informacije MIDEM 44, 4 (2014): 288-295.

[2] R G Ellis and P Eng. "Power system harmonics–a reference guide to causes, effects and corrective measures." An Allen-Brandley Series of Issues and Answers-Rockwell Automation (2001): 3.

[3] V E Wagner, J C Balda, D C Griffith, et al. "Effects of harmonics on equipment." IEEE Transactions on Power Delivery 8, 2 (1993): 672-680.

[4] BR Kusse and E A Westwig. Mathematical physics: applied mathematics for scientists and engineers, 2nd edn. John Wiley & Sons (Weinheim, 2006).

[5] S A Adewusi and B O Al-Bedoor. "Wavelet analysis of vibration signals of an overhang rotor with a propagating transverse crack." Journal of sound and vibration 246, 5 (2001): 777-793.

[6] I Daubechies. "The wavelet transform, time-frequency localization and signal analysis." IEEE transactions on information theory 36, 5 (1990): 961-1005.

[7] A Graps. "An introduction to wavelets." IEEE computational science and engineering 2, 2 (1995): 50-61.

[8] S Mallat. A wavelet tour of signal processing, 2nd edn. Academic Press (UK, 1999).

[9] A Grossmann and J Morlet. "Decomposition of Hardy Functions into Square Integrable Wavelets of Constant Shape." SIAM journal on mathematical analysis 15, 4 (1984): 723-736.

[10] R Haddadi, E Abdelmounim, M El Hanine, and A Belaguid. "Discrete Wavelet Transform Based Algorithm for Recognition of QRS Complexes." WCSIT 4, 9 (2014): 127-132.

चाणक्य (अनुमानतः 376 BC) चन्द्रगुप्त मौर्य के महामंत्री थे। वे **कौटिल्य** या **विष्णुगुप्त** नाम से भी विख्यात हैं। आचार्य चाणक्य ने विश्वप्रसिद्ध तक्षशिला विश्वविद्यालय से शिक्षा ग्रहण की और वहीं पर आचार्य के पद पर विद्यार्थियों का मार्गदर्शन भी किया था। वे न सिर्फ एक कुशल कूटनीतिज्ञ बल्कि एक महान रणनीतिकार और अर्थशास्त्री भी थे। आचार्य चाणक्य ने अपने जीवन में विषम से विषम परिस्थितियों का सामना किया था, परंतु कभी हार नहीं मानी और अपने लक्ष्य को प्राप्त किया। चाणक्य नीति के अनुसार प्रत्येक मनुष्य जीवन में सफलता प्राप्त करना चाहता है। उसकी कामना रहती है सुख-समृद्धि, धन और वैभव सदैव बना रहे। चाणक्य नीति के ये श्लोक बहुत महत्वपूर्ण है :

नात्यन्तं सरलैर्भाव्यं गत्वा पश्य वनस्थलीम् ।
छिद्यन्ते सरलास्तत्र कुब्जास्तिष्ठन्ति पादपाः ॥
अर्थ- मनुष्य को अपने व्यवहार में बहुत ही भोलापन या सीधापन नहीं दिखाना चाहिए। ध्यान रहे वन में जो सीधे पेड़ पहले काटे जाते हैं, और जो पेड़ टेढ़े हैं वो खड़े रहते हैं ।

कः कालः कानि मित्राणि को देशः कौ व्ययागमौ ।
कश्चाहं का च मे शक्तिरिति चिन्त्यं मुहुर्मुहुः ॥
अर्थ- सही समय, सही मित्र, सही ठिकाना, पैसे कमाने के सही साधन, पैसे खर्चा करने के सही तरीके और अपने ऊर्जा स्रोत पर गौर जरूर करें, भविष्य में यही काम आएंगे।
यो ध्रुवाणि परित्यज्य अध्रुवं परिषेवते ।
ध्रुवाणि तस्य नश्यन्ति चाध्रुवं नष्टमेव हि ॥
अर्थ- जो मनुष्य निश्चित यानि सही को छोड़कर अनिश्चित यानि गलत का सहारा लेता है, उसका सही भी नष्ट हो जाता है। इसलिए जब भी कोई निर्णय लें तो सही और गलत की परख अवश्य करें।

प्रलये भिन्नमर्यादा भवन्ति किल सागराः ।
सागरा भेदमिच्छन्ति प्रलयेऽपि न साधवः ॥
अर्थ- जिस सागर को हम इतना गम्भीर समझते हैं, प्रलय आने पर वह भी अपनी मर्यादा भूल जाता है और किनारों को तोड़कर जल-थल एक कर देता है; परन्तु साधु अथवा श्रेष्ठ व्यक्ति संकटों का पहाड़ टूटने पर भी श्रेष्ठ मर्यादाओं का उल्लंघन नहीं करता।