शोध आलेख / Research Article

डीसी–डीसी बूस्ट परिवर्तक का मैटलैब/सिमुलिंक द्वारा विधिमान्यकरण करने सेअधिक लाभ होने का पुष्टीकरण

Validation of High Gain dc-dc Boost Converter Using Matlab/Simulink

विनोद श्रीवास्तव[1] एवं आशीष सिंह[2]
[1]सहायक प्रोफेसर, विधुत अभियांत्रिकी विभाग, आई एफ टी एम् विश्वविद्यालय मुरादाबाद
[2]विधुत अभियांत्रिकी विभाग, एन आई टी दुर्गापुर
[1]vinod.srivastava41@gmail.com [2]ashish.singh.nitdgp@gmail.com

सारांशः

पिछले कुछ वर्षों में बिजली के उत्पादन के लिए कोयला, डीजल जैसे पारंपरिक स्रोतों का उपयोग किया गया है। लेकिन आने वाले युग में कम लागत और मुफ्त ईंधन ऊर्जा स्रोतों के कारण इन स्रोतों को बदला जा रहा है। ये पारंपरिक स्रोतों से बेहतर और उच्च दक्षता से प्रदर्शन करते हैं। इन्हे गैर पारंपरिक ऊर्जा के स्रोत कहते हैं। इन स्रोतों में उचित चौनल के माध्यम से बिजली वितरण के बारे में कुछ समस्याएं हैं । सौर ऊर्जा गैर पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों का सबसे अच्छा उदाहरण है।इसलिए जहाँ ग्रिड के माध्यम से बिजली के उपयोग की आवश्यकता है, वहां डीसी डीसी परिवर्तक की आवश्यकता होती है। यह पेपर मैटलैब / सिमुलिंक (MATLAB/SIMULINK) के माध्यम से डीसी को बढ़ावा देने के लिए उच्च लाभ वाले डीसी परिवर्तक के सिमुलेशन से संबंधित है।

Abstract:

Conventional sources like Coal, Diesel were used for the generation of electricity for the past few years. However, in futures cost-effective and free sources energy generation will be used. These are highly effective and efficient than the conventional source of energy generations. These are non -conventional sources of energy generations. These sources of energy generation are difficult for transmission. Solar energy generation is one of the best examples of non-conventional source of generations. dc-dc converters are used for the on-grid. In this paper, MATLAB/Simulink is used for getting high voltage gain in dc-dc convertors through simulation.

विषय वोधक शब्द : डीसी–डीसी परिवर्तक, उच्च लाभ, बहु–स्तरीय, मैटलैब / सिमुलिंक

Keyword: dc-dc convetors ,High voltage gain, Multi-stage, Matlab/Simulink.

1. प्रस्तावना

हाल के वर्षों में जैसे–जैसे उपभोक्ताओं की मांग बढ़ रही है, कम लागत और अधिक दक्षता वाली उन्नत प्रौद्योगिकियां भी बढ़ रही हैं। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत जैसे सौर सेल, ईंधन सेल आदि डीसी पावर [1] का उत्पादन करते हैं। कई उपकरण हैं जो लिथियम आयन बैटरी भण्डारण, सुपर संधारित्र आदि जैसे ऊर्जा को भंडार करते हैं। पारंपरिक सिस्टम में परिवर्तक, कैस्केड परिवर्तक, बक परिवर्तक, स्विच्ड परिवर्तक इत्यादि को बढ़ावा मिलता है। डीसी सिस्टम में रिवर्स रिकवरी समस्या जैसे मुद्दे होते हैं। विभव लाभ में सुधार करने के लिए कई परिवर्तक हैं जैसे फ्लाई–बैक परिवर्तक, पुश पुल परिवर्तक, ब्रिज परिवर्तक आदि। ये परिवर्तक चिकित्सा, सैन्य, भौतिकी आदि क्षेत्रों में बहुत फायदेमंद होते हैं। मूल रूप से उच्च उपभोक्ता मांग वाले बूस्टर

परिवर्तक का उपयोग किया जाता है जहां उच्च विभव की आवश्यकता होती है [2]। पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों में नुकसान और अधिक रखरखाव लागत के कारण परिवर्तक टोपोलॉजी शुरू की गई है। सौर पीवी पैनलों की दक्षता 14 से 17% और निर्गमन विभव 30 से 60 वोल्ट के क्रम में होती है। इसलिए ये परिवर्तक बेहतर प्रदर्शन के लिए विभव लाभ को बढ़ाते हैं। ये परिवर्तक बिना ट्रांसफार्मर का उपयोग किए विभव लाभ को बढ़ा सकते हैं और उन्हें किसी अलगाव की आवश्यकता नहीं होती है [3]। सामान्यता उच्च विभव लाभ के लिए डीसी परिवर्तक बेहतर प्रदर्शन के साथ प्राथमिक विकल्प हैं। इसमें कुछ अड़चनें हैं जैसे प्रतिलोम वसूली विभव, डायोड प्रतिलोम रिकवरी की समस्या, निविष्ट धारा, रिपल समस्या आदि, जो परिवर्तक के संचालन को प्रभावित करते हैं। पिछले दशकों [4] में उच्च विभव लाभ प्राप्त करने के लिए पृथक और गैर–पृथक उच्च लाभ परिवर्तक के संबंध में कुछ चुनौतियां भी हैं। परिस्थितिओं के अनुसार पृथक और गैर–पृथक उच्च लाभ परिवर्तक का उपयोग किया जाता है।

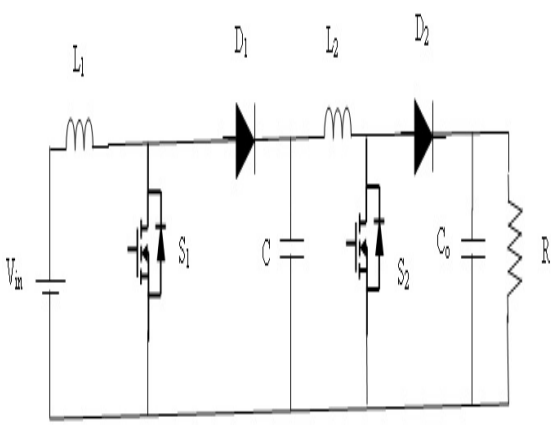
2. डीसी–डीसी परिवर्तक

एक इंटरफेस सिस्टम वाला फोटोवोल्टिक पैनल जो डीसी ऑपरेशन के लिए रिचार्जेबल बैटरी चार्ज करने के लिए उपयुक्त विभव या धारा बचाता है। फोटोवोल्टिक बैटरी चार्जर्स के उद्योगों, उपग्रहों, सौर वाहनों और पीवी पैनल से युक्त भवन की छत आदि में कई अनुप्रयोग हैं जो फोटोवोल्टिक बैटरी चार्जर का उपयोग करते हैं। कभी–कभी चार्जिंग विभव या धारा को नियंत्रित नहीं किया जाता है, इसलिए बैटरी के नष्ट होने या बैटरी के जीवन को छोटा हो जाने की समस्या होती है [5]। तो उच्च दक्षता पीवी बैटरी चार्जर के निर्माण के लिए कुछ अधिकतम पावर प्वाइंट ट्रैकिंग एल्गोरिथ्म सहित बैटरी विनिर्देशों के अनुसार अपने उचित संचालन को बढ़ावा देने और अपने कामकाज को नियंत्रित करने के लिए डीसी डीसी परिवर्तक की आवश्यकता है। डीसी डीसी परिवर्तक को स्टेप अप परिवर्तक के रूप में भी जाना जाता है जो कम निविष्ट डीसी विभव को उच्च डीसी विभव में बदलने के लिए उपयोग किया जाता है। इन परिवर्तकों को डिजाइन करना आसान होता है और इन्हें व्यापक रूप से कई अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है जैसे डीसी मोटर ड्राइव, कंप्यूटर, घरेलू उपकरण आदि। डीसी डीसी परिवर्तक के प्रदर्शन को विनियमित करने के लिए पी (P), पीआई (PI) और पीआईडी (PID) नियंत्रक जैसे पारंपरिक उपकरण हैं जो लोड विचलन और बड़े मापदंडों के तहत असंतोषजनक प्रदर्शन करते हैं। इसलिए रपट मोड कंट्रोलर और फजी लॉजिक कंट्रोलर जैसे नॉन लीनियर कंट्रोल मेथड हैं जो किसी भी क्षणिक स्थिति के लिए तेजी से प्रतिक्रिया देते हैं [6]।

3. वॉल्टेज उच्चीकरण तकनीक

कई लेखकों ने विभिन्न प्रकार के परिवर्तक और पीवी सरणी रेटिंग पर विचार करते हुए, सौर पीवी सेल के लिए विभिन्न प्रकार के विभव को बढ़ाने का प्रस्ताव दिया है। मल्टीस्टेज परिवर्तक विभिन्न कनेक्शनों में कई चरणों में काम करने वाले परिवर्तकों के विभव लाभ को बढ़ाने का पहला सामान्य तरीका है। मल्टीस्टेज परिवर्तक को कैस्केड परिवर्तक, इंटरलेव्ड परिवर्तक और मल्टीलेवल परिवर्तक के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। मात्सुओ एच ने कैस्केड परिवर्तक की सामान्य संरचना का प्रस्ताव किया जिसमें कैस्केड रूप में डीसी परिवर्तक शामिल हैं। पहले चरण में विभव का तनाव कम है और उच्च आवृत्ति तरीके से प्रदर्शन किया जा सकता है [7] । इंटरलीव्ड परिवर्तक का उपयोग तब किया जाता है जब डीसी डीसी बूस्ट परिवर्तक में धारा तरंग की समस्या होती है। एल डब्ल्यू, झाओ वाई ने उच्च दक्षता (Efficiency) संचालन के लिए विभव गुणक सेल के साथ एक इंटरलेव्ड परिवर्तक का प्रस्ताव दिया है। यह निर्गमन साइड [8] पर विभव गुणक के साथ कैस्केड इंटरलेव परिवर्तक का एक परस्पर संबंध है [9]। ली डब्ल्यू और एक्स ही, ने तीन घुमावदार

क्रॉस्ड युग्मन डिजाइन किए गए हैं जिसमें विभव स्तर को बढ़ावा देने के लिए तीन घुमावदार युग्मित प्रेरक होते हैं। जे वांग और वाई ली द्वारा प्रस्तावित तीन घुमावदार युग्मित प्रेरक डीसी डीसी परिवर्तकजो विभव लाभ और उच्च दक्षता के लिए प्रयोग किया जाता है। इसमें एकल स्विच और दो हाइब्रिड विभव गुणक कोशिकाएं हैं। दो हाइब्रिड विभव मल्टीप्लायर कोशिकाएं हैं [10]। खान और टॉल्बर्ट ने बहुस्तरीय मॉड्यूलर संधारित्र–क्लैम्ड डीसी–डीसी परिवर्तक का प्रस्ताव किया है जिसमें विभव संचय को बढ़ाने के लिए एक संधारित्र से युक्त तीन स्विच मॉड्यूल का उपयोग किया जाता है। इसे कैपेसिटर–क्लैम्पड



मॉड्यूल [11] के रूप में भी जाना जाता है।

4. प्रस्तावित कन्वर्टर का वर्णन

चित्र 1 डबल चरण प्रवर्धन

विभव लाभ को बढ़ाने के लिए डबल चरण प्रवर्धन नियोजित किया गया है। डबल स्टेज प्रवर्धन के लिए सर्किट आरेख चित्र 1 में दिखाया गया है। व्यावहारिक प्रदर्शन पर यह टोपोलॉजी 25 वोल्ट के दिए गए निविष्ट के लिए 298 वोल्ट का निर्गमन विभव देता है। यह सर्किट कम घटकों का उपयोग करता है, इसलिए, यह काफी सरल है। 50 हर्ट्ज ऑपरेटिंग आवृत्ति पर इसकी उच्चतम दक्षता 92 % है।

चित्र 2 में निविष्ट और निर्गमन विभव तरंगों को डबल स्टेज प्रवर्धन के लिए दिखाया गया है। तरंगों से स्पष्ट है कि निर्गमन विभव 298 वोल्ट है और निविष्ट विभव 25 वोल्ट है। इसी तरह निविष्ट धारा और निर्गमन धारा वेवफॉर्म, जैसा कि फिगर 3 और फिगर 4 में दिखाया गया है।

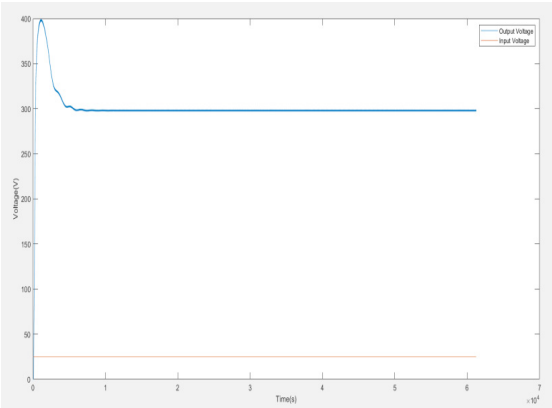
सारणी 1– परिवर्तक टोपोलॉजी के प्रयोग के लिए घटक सूची

क्रम संख्या	घटक (Components)	विशेषताएं
1	प्रेरक	180 μH
2	संधारित्र	10 μF
3	निर्गमन संधारित्र	4.7 μF
4	स्विच के प्रकार	मॉस्फेट
5	निविष्ट विभव	25 वोल्ट
6	ड्यूटी चक्र	0.65
7	डायोड	150 वोल्ट

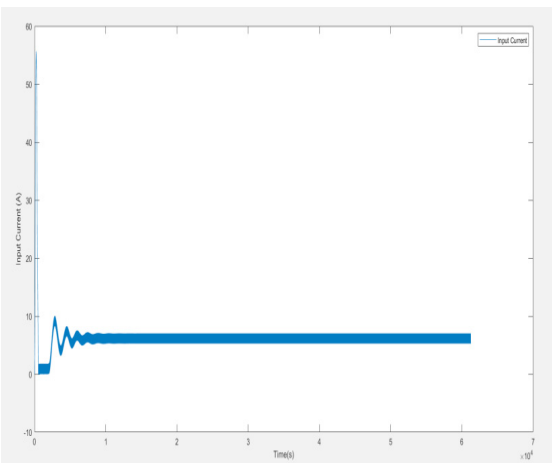
सारणी 1, इस टोपोलॉजी में उपयोग किए जाने वाले मापदंडों को दर्शाता है जो 0.65 ड्यूटी चक्र और निविष्ट विभव 25 वोल्ट पर संचालित होता है। यहां मॉस्फेट प्रकार स्विच संचालन के लिए उपयोग हो रहा है। प्रेरक और संधारित्र क्रमशः 180 μH और 10 μF का उपयोग किया जाता है।

5. अनुकरण परिणाम (Simulation Results)

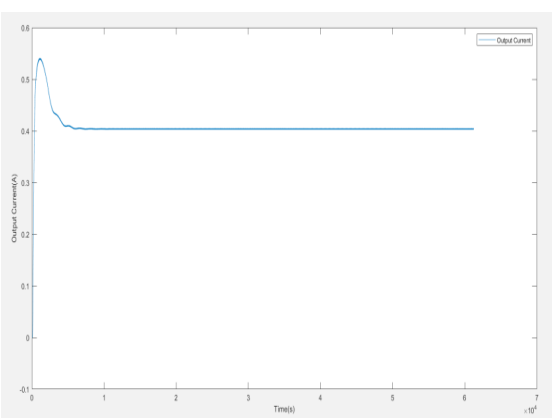
प्रस्तावित टोपोलॉजी के सिमुलेशन परिणाम इस खंड में दिखाए गए हैं। विभव लाभ, दक्षता, निर्गमन पावर और रिपल्स के मापन के लिए अलग–अलग पैरामीटर लिए गए हैं।



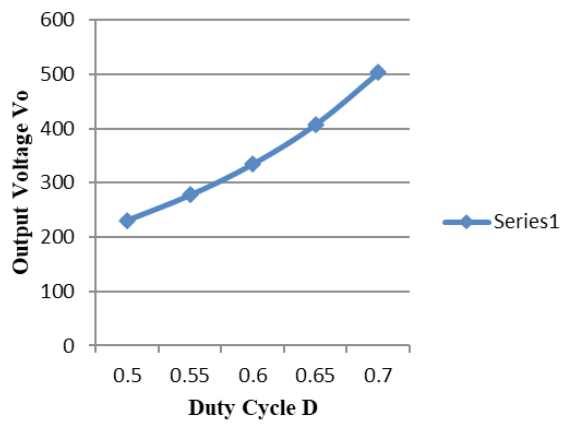
चित्र 2: प्रस्तावित टोपोलॉजी 2 के लिए निविष्ट और निर्गमन विभव तरंग



चित्र 3 : प्रस्तावित कनवर्टर के लिए निविष्ट धारा वेवफॉर्म



चित्र 4 : प्रस्तावित कनवर्टर के लिए निर्गमन धारा वेवफॉर्म



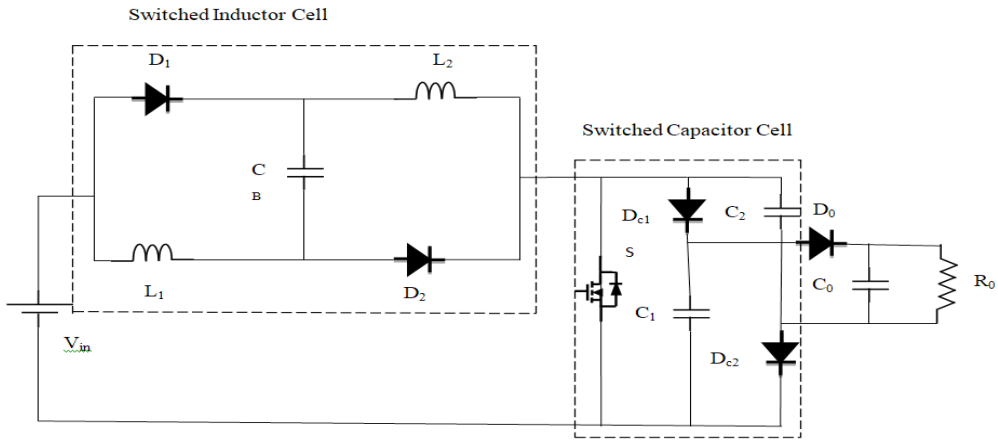
चित्र 5 : निर्गमन विभव बनाम ड्यूटी साइकिल ग्राफ

5.1 निर्गमन परिणाम –1

सारणी 2 : प्रस्तावित टोपोलoजी के लिए निर्गमन परिणाम

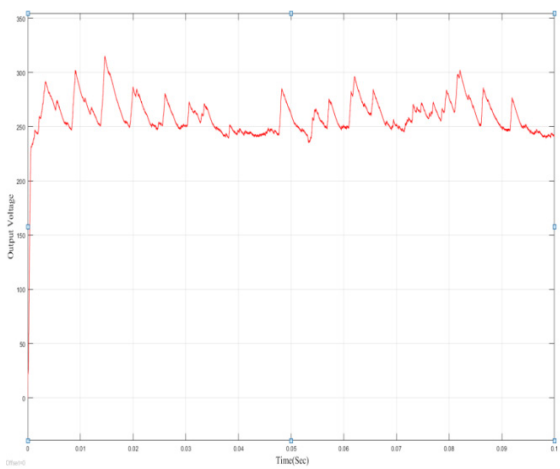
निविष्ट विभव Vi	25 वोल्ट
निर्गमन विभव Vo	298 वोल्ट
निविष्ट धारा Ii	5.265 एम्पेयर
निर्गमन धारा Io	0.4045 एम्पेयर
विभव लाभ	11.92
निविष्ट शक्ति	131.625 वाट
निर्गमन शक्ति	120.74 वाट
दक्षता	91.73

तुलनात्मक अध्ययन में पाया गया कि इस शोध ापत्र ने मौजूदा टोपोलॉजी से उच्च विभव लाभ, उच्च दक्षता, कम रिपल्स के साथ परिणाम दिए। इसके अतिरिक्त इस शोधपत्र में कम स्विच के साथ काम किया गया।

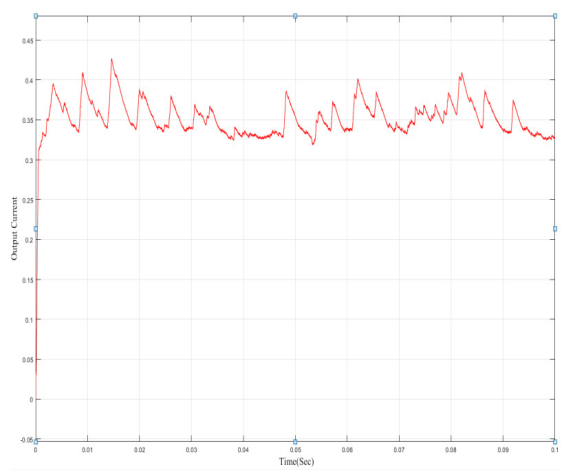


चित्र 6 : मौजूदा टोपोलॉजी के लिए सर्किट आरेख

मौजूदा टोपोलॉजी के अनुकरण परिणाम नीचे दिए गए चित्रों में दर्शाए गए हैं।



चित्र 7 : मौजूदा टोपोलॉजी के लिए निरगमन विभव तरंग



चित्र 8: प्रस्तावित कनवर्टर के लिए निर्गमन धारा वेवफॉर्म

अनुकरण परिणाम के आधार पर मौजूदा टोपोलॉजी ने निम्नलिखित परिणाम दिए।

5.2 निर्गमन परिणाम –2

सारणी 3 : मौजूदा टोपोलॉजी के लिए निर्गमन परिणाम

निविष्ट विभव Vi	25 वोल्ट
निर्गमन विभव Vo	264.3 वोल्ट
निविष्ट धारा Ii	2.372 एम्पेयर
निर्गमन धारा Io	0.3581 एम्पेयर

विभव लाभ	10.57
निविष्ट शक्ति	59.3 वाट
निर्गमन शक्ति	94.64 वाट
दक्षता	63

दोनों टोपोलॉजी की तुलना में यह स्पष्ट होता है कि शोध पत्र की टोपोलॉजी मौजूदा टोपोलॉजी से बेहतर परिणाम देती है। मौजूदा टोपोलॉजी शोध पत्र की टोपोलॉजी की तुलना में कम दक्षता और कम विभव लाभ प्रदान करती है।

6. निष्कर्ष

इस पत्र में मौजूदा टोपोलॉजी के सिमुलेशन मॉडल और तरंग को दिखाया गया है। प्रस्तावित परिवर्तकआगे के शोध के लिए दिए गए मापदंडों के लिए सर्वोत्तम परिणाम देता है और शोधकर्ताओं और वैज्ञानिकों के लिए उन्नति के विचार प्रदान कर सकता है। प्रस्तावित परिवर्तकमें कई महत्वपूर्ण सुधार देखे गए हैं, जिसमें एक उच्च विभव लाभ, कम तरंग, उच्च दक्षता और मॉस्फेट पर कम विभव का तनाव शामिल है। यह परिवर्तक कम स्विच के साथ उच्च विभव, उच्च दक्षता और कम लहर प्रदान करता है। प्रस्तावित उपरोक्त परिवर्तक 25 वोल्ट निविष्ट लेकर 298 वोल्ट निर्गमन में देता है। इस प्रकार यह लगभग 12 का विभव गेन देता है।डी सी डी सी परिवर्तक का उपयोग इलेक्ट्रिक वाहनों और सोलर प्लांट में व्यापक रूप से किया जाता है। स्विच कम करके, कम रिपल और विभव लाभ को बढ़ाने के और भी प्रयास किये जा सकते हैं।

प्रयुक्त शब्दाबली

Renewable Energy Sources	नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत
Voltage Gain	विभव लाभ
PV Panel	फोटोवोल्टिक पैनल
Maximum Power Point Tracking Algorithm	अधिकतम पावर प्वाइंट ट्रैकिंग एल्गोरिथ्म
Efficiency	दक्षता
Double Stage Amplification	द्वि चरण प्रवर्धन
Frequency	आवृत्ति
Current	धारा
Power	शक्ति

संदर्भ :

1. Arnab Ghosh and Sammeta Sai Saran, ―High gain dc-dc step up converter with multilevel output voltage,‖ 2018 International Symposium on Devices, Circuits and Systems (ISDCS), pp. 1-6, June 2018.
2. Vinod Shrivastava, Shimi S. L. and Abhishek Kumar Gupta, ―A literature review on high gain dc-dc boost converter,‖ International Journal of Research in Advent Technology, vol. 7, no.1, pp. 1-8, January 2019.
3 T. Porselvi and M. Arounassalame, ―A novel single switch high gain dc-dc converter,‖ 2018 8th IEEE India International Conference on Power Electronics (IICPE), pp. 16, Jaipur, May 2019.
4 D. W. Hart, Introduction to Power Electronics, Mcgraw Hill, 2011, pp. 211-220.
5. Hassan Fathabadi, ―Novel high efficiency DC/DC boost converter for using in photovoltaic systems,‖ Solar Energy, vol. 125, pp. 22-31, February 2016.
6. H.M. Solaiman, Md. Mahmudul Hasan, Adnan Mohammad, Sayed Rayhan Kawsar and Md. Arif Hassan, ―Performance analysis of dc to dc boost converter using different control methods,‖ 2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT), pp. 1-5, August 2015.
7. Matsuo H. and Harada K., "The Cascade Connection of Switching Regulators," IEEE of Transaction Industrial Application, vol. IA12, pp. 192-198, 1976.
8. L W., Zhao Y., Deng Y., and He X., "Interleaved Converter with Voltage Multiplier Cell for High Step-up and High-efficiency Conversion," IEEE Transaction Power Electronics, vol.25, no. 9, pp. 2397-2408, 2010.
9. Li W. and X He., "A Family of Interleaved dc-dc Converters Deduced from a Basic Cell with Winding-cross-coupled Inductors (WCCIs) for High Step-up or Step-down Conversions," IEEE Transaction Power Electronics, vol. 23, no. 4, pp. 1791-1801, 2008
10. X Hu., J Wang, and Y li., "A Three-Winding Coupled -Inductor dc-dc Converter Topology with High Voltage Gain,‖ IEEE Transactions on Power Electronics vol. 33, no. 2, pp. 1453–1462, 2018.
11. Khan F. H. and L. M. Tolbert, "A Multilevel Modular Capacitorclamped dc-dc Converter," IEEE Transaction Industrial Application, vol. 43, pp. 1628-1638, 2007