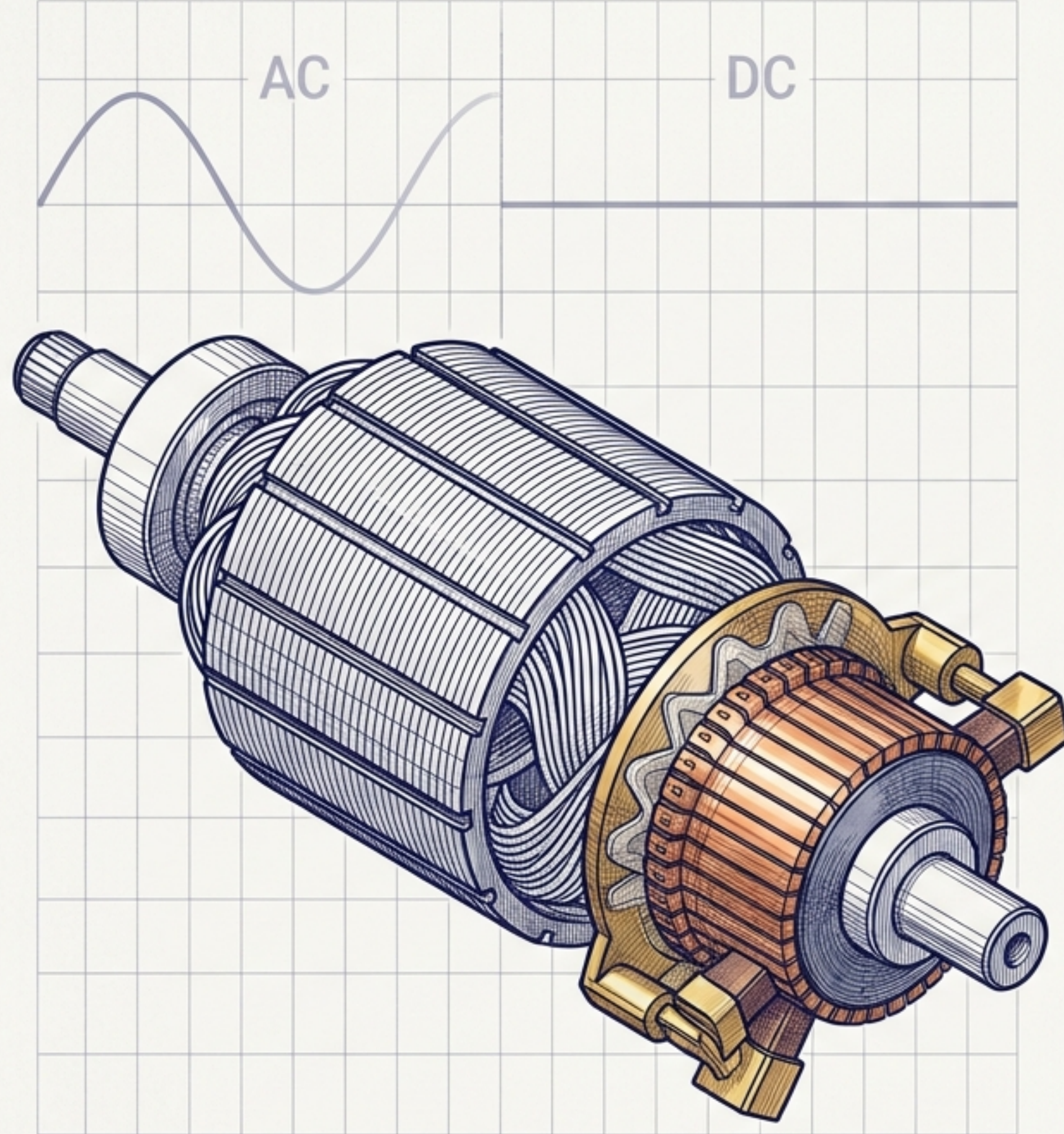


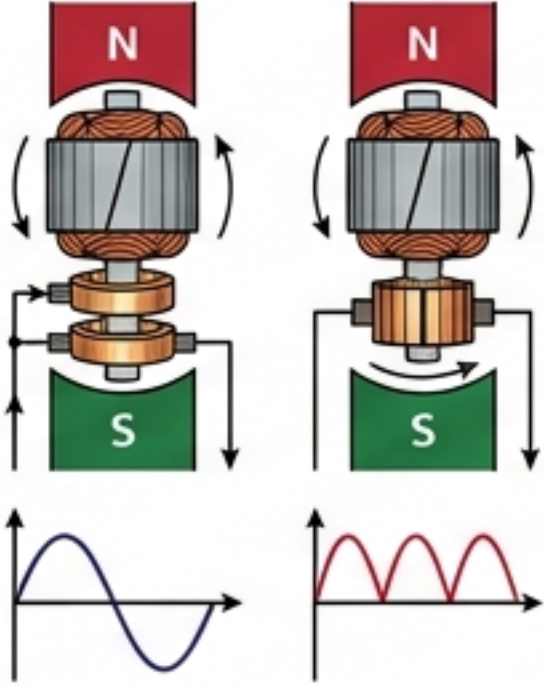


डीसी जनरेटर: कम्प्युटेटर (सप्लिट रिंग्स) व AC ते DC रूपांतर

- जनरेटरचे मूळ कार्य आणि रचना
- AC व DC जनरेटरमधील तांत्रिक फरक
- सप्लिट रिंग्सद्वारे AC चे DC मध्ये रूपांतर
- कम्प्युटेटरचे कार्य आणि महत्त्व
- वेव्हफॉर्म व सेगमेंट्सचा परस्पर संबंध
- स्पंदने (Pulsations) कमी करण्याच्या पद्धती
- औद्योगिक क्षेत्रातील प्रत्यक्ष उपयोग

शिकण्याची उद्दिष्टे

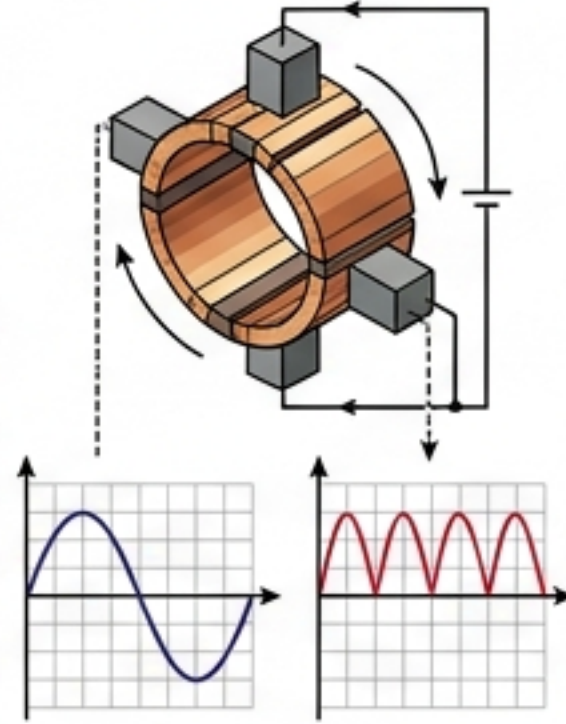
१.



मूलभूत रचना

स्लिप रिंग्स व सप्लिट रिंग्सची संकल्पना आणि AC/DC जनरेटरमधील फरक स्पष्ट करणे.

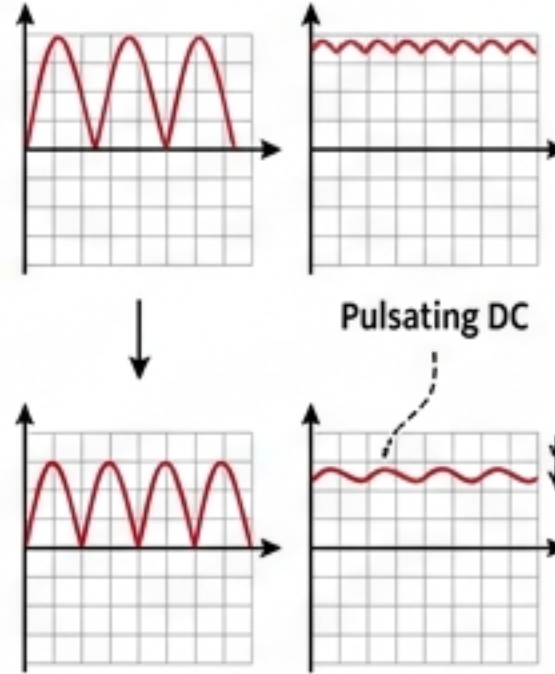
२.



यांत्रिक रूपांतर

सप्लिट रिंग्सचा वापर करून AC प्रवाहाचे DC प्रवाहात कसे रूपांतर होते हे समजून घेणे.

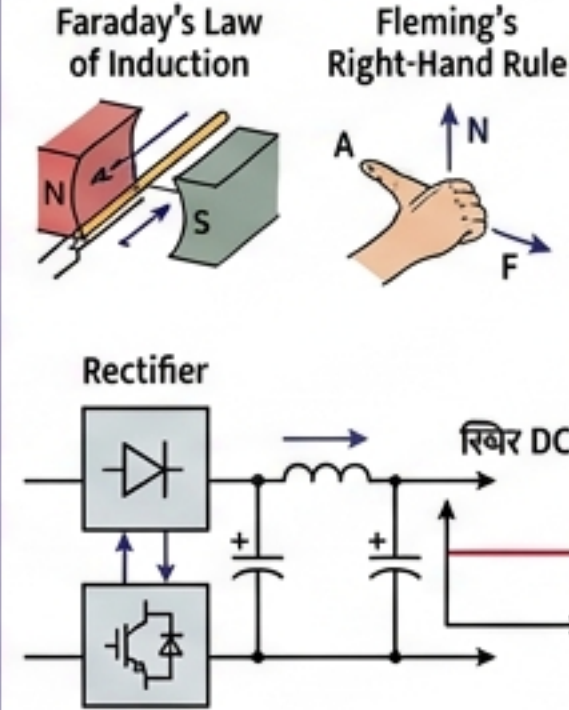
३.



वेव्हफॉर्म आणि स्पंदने

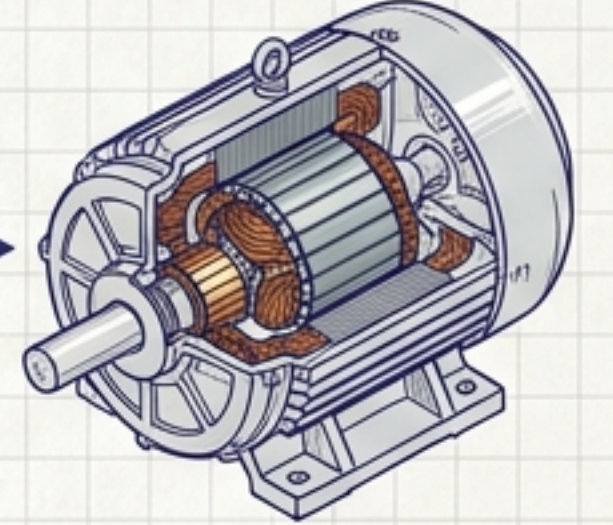
कम्प्युटेटर सेगमेंट्सची संख्या आणि आउटपुट वेव्हफॉर्म यांचा संबंध व पल्सरेटिंग DC ची संकल्पना.

४.



प्रत्यक्ष उपयोग

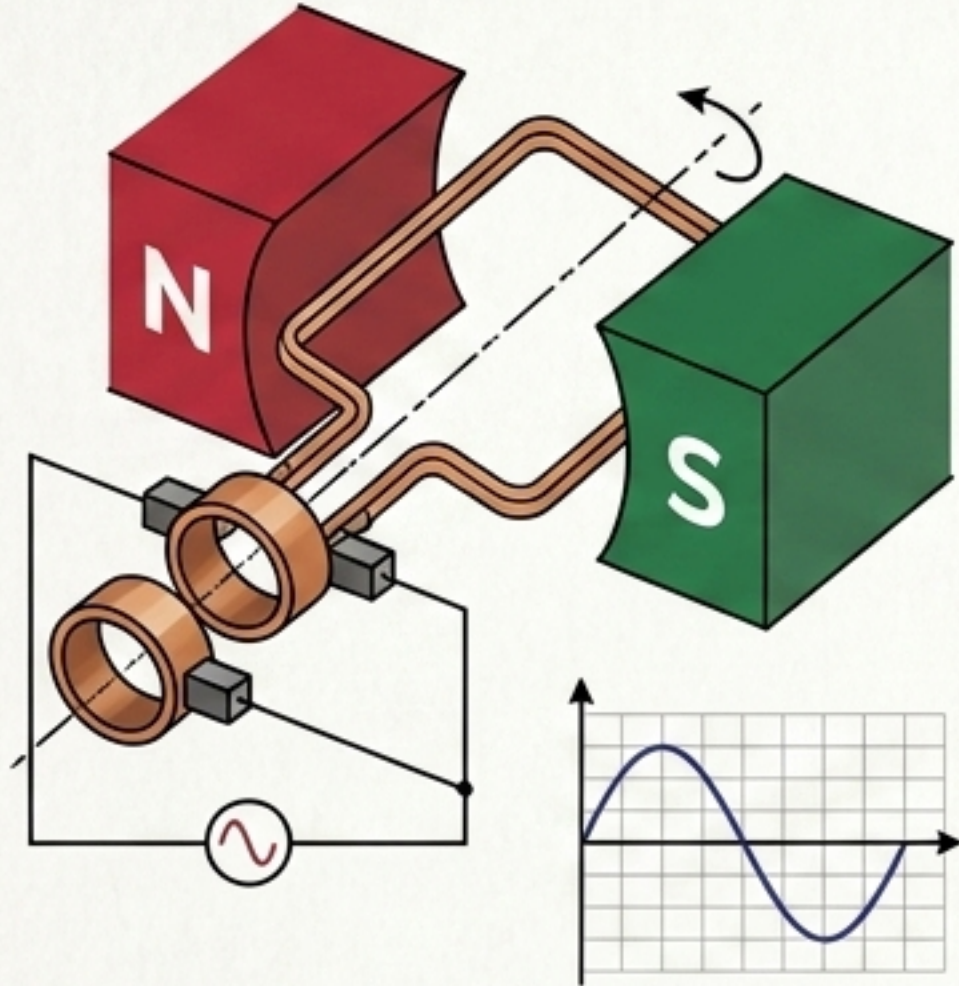
फराडे आणि फ्लेमिंगचे नियम लागू करणे व स्पंदने कमी करून स्थिर DC मिळवण्याच्या पद्धती.



औद्योगिक DC मोटर

ओळख आणि मूलभूत तत्त्वे: DC ची गरज का आहे?

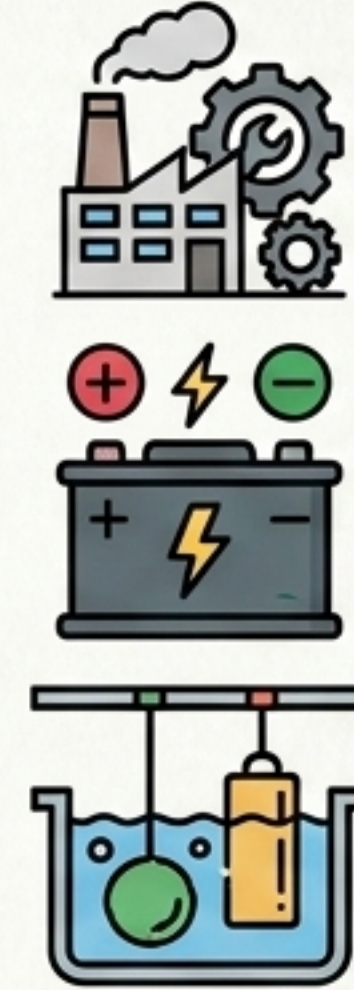
द सोर्स (The Source)



निसर्गतः कोणताही जनरेटर फक्त अल्टरनेटिंग करंट (AC) तयार करतो.

- यांत्रिक ऊर्जेचे विद्युत ऊर्जेत रूपांतर.
- इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शन तत्त्वावर आधारित.
- वाहक फिरवल्यास व्होल्टेज निर्माण होते.

द डिमांड (The Demand)

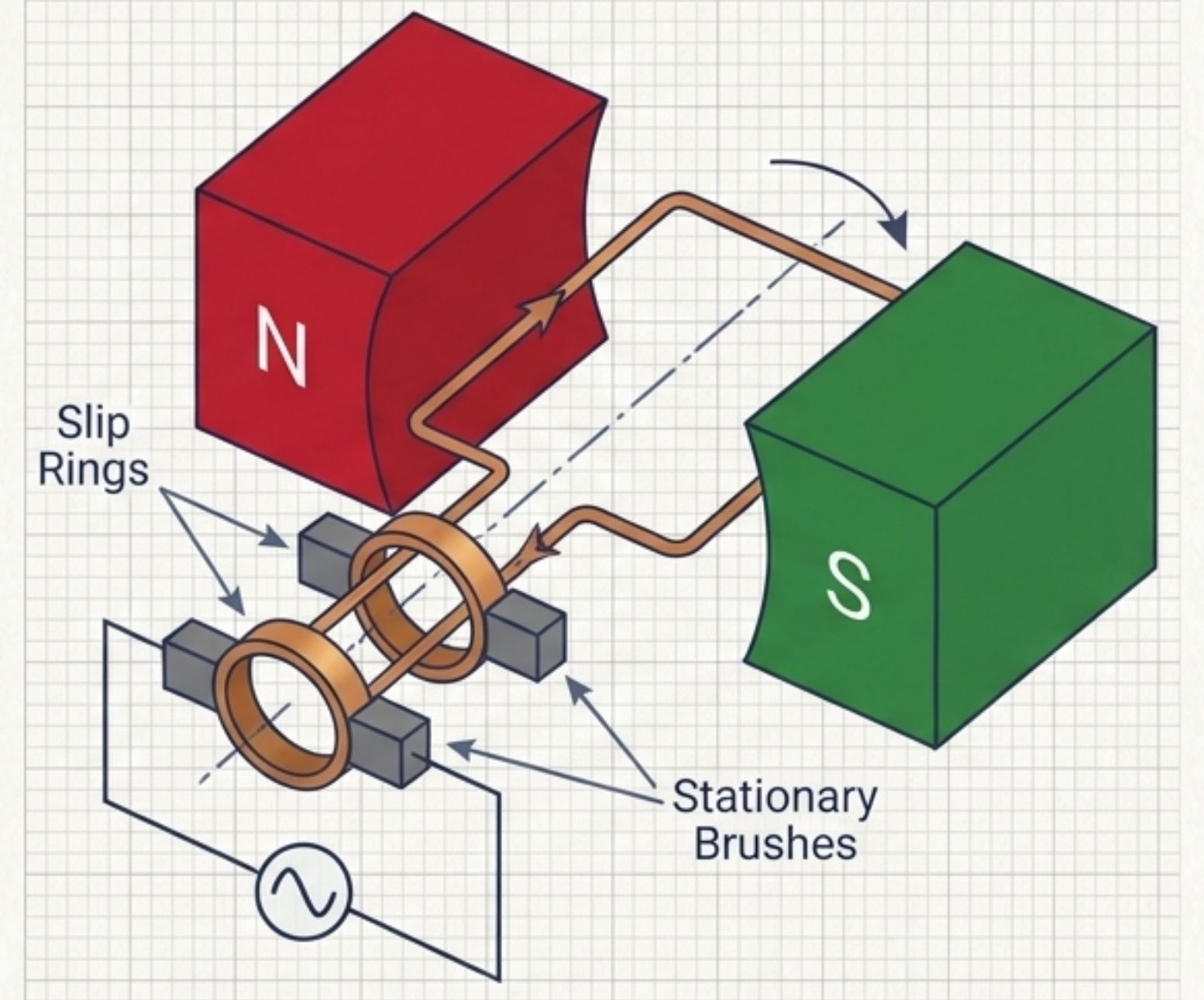


औद्योगिक कामांसाठी डायरेक्ट करंट (DC) आवश्यक असतो.

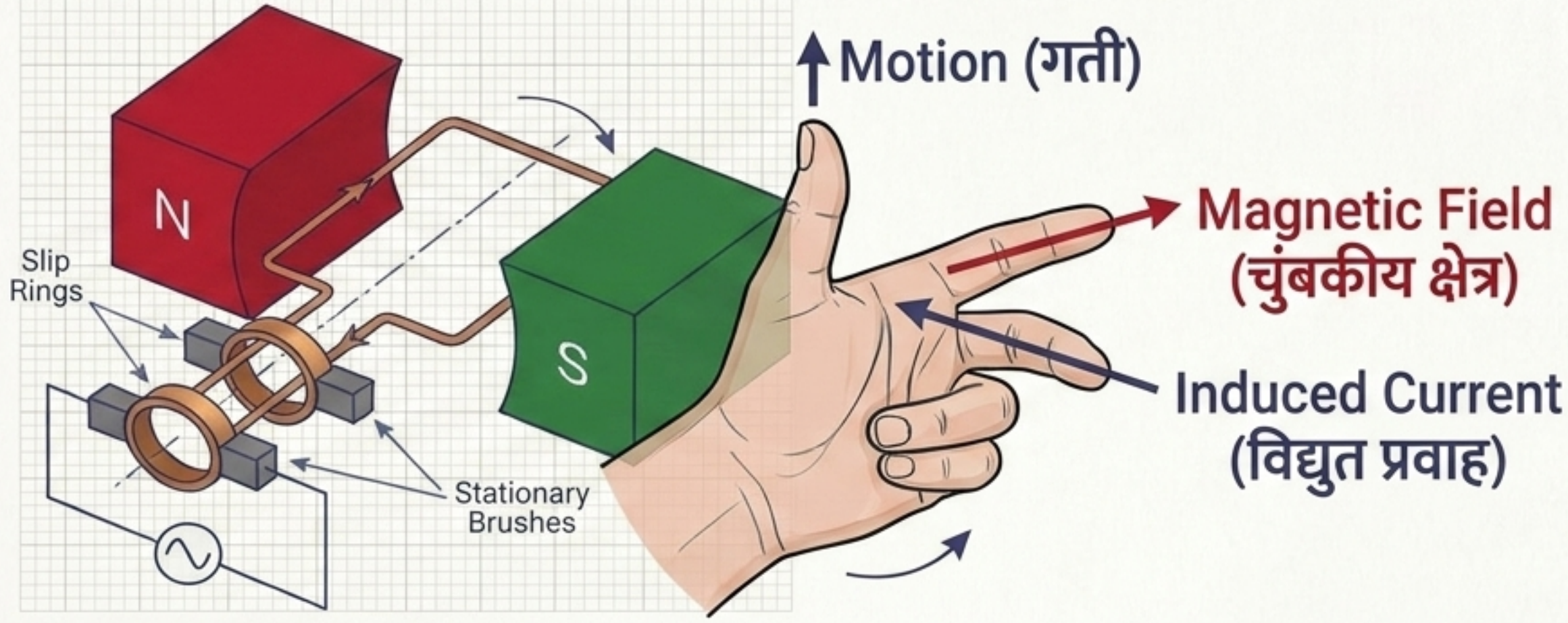
- अनेक यंत्रे केवळ DC वर चालतात.
- AC चे DC मध्ये रूपांतर करणे गरजेचे.
- इलेक्ट्रॉनिक सर्किटशिवाय यांत्रिक रचनेचा (Mechanical Device) वापर.

साधा AC जनरेटर आणि स्लिप रिंग्स

- साध्या जनरेटरमध्ये N आणि S ध्रुवांमध्ये फिरणारा सिंगल लूप असतो.
- लूपची दोन्ही टोके दोन स्वतंत्र आणि अखंड 'स्लिप रिंग्स'ला जोडलेली असतात.
- स्लिप रिंग्स तांबे किंवा पितळेच्या असतात व एकमेकांपासून इन्सुलेटेड असतात.
- बाह्य परिपथाला वीज पुरवण्यासाठी स्थिर कार्बन ब्रशेस फिरणाऱ्या रिंग्सवर घासतात.
- या अखंड रिंग्समुळे बाह्य परिपथात मिळणारा प्रवाह अल्टरनेटिंग (AC) असतो.



प्रवाहाची दिशा आणि फ्लेमिंगचा उजव्या हाताचा नियम



उत्तर ध्रुवाखाली (North Pole Phase)

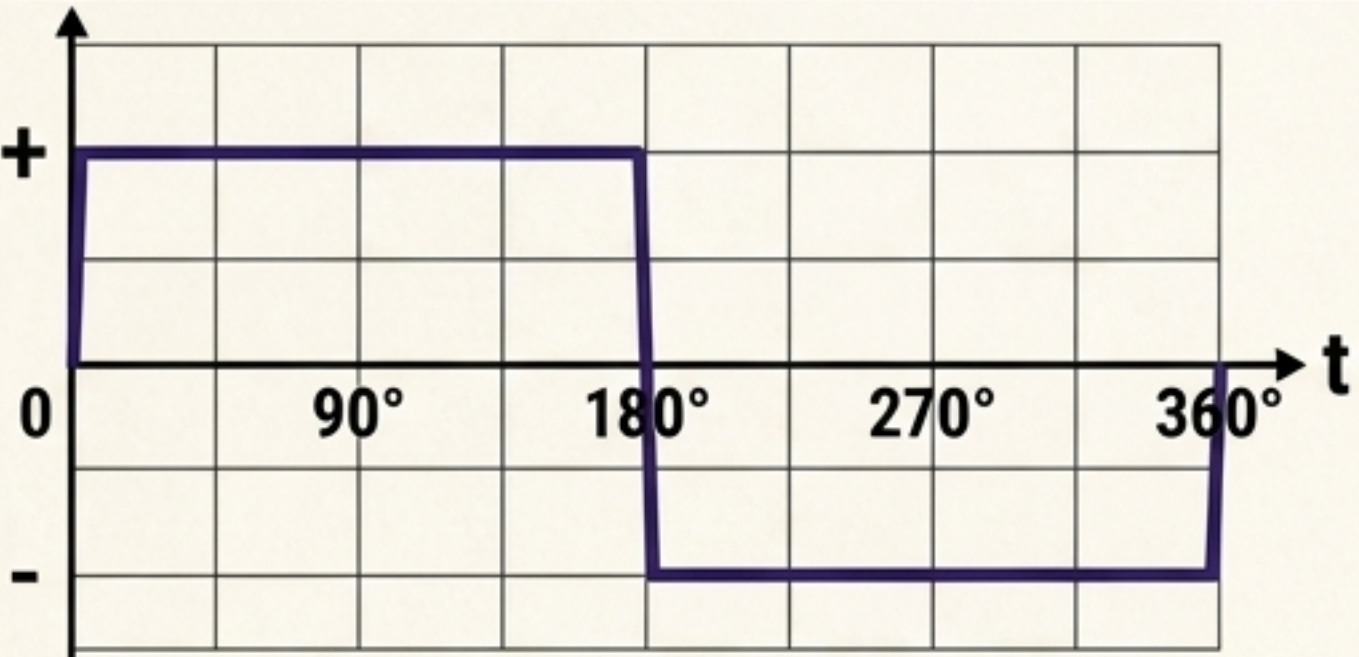
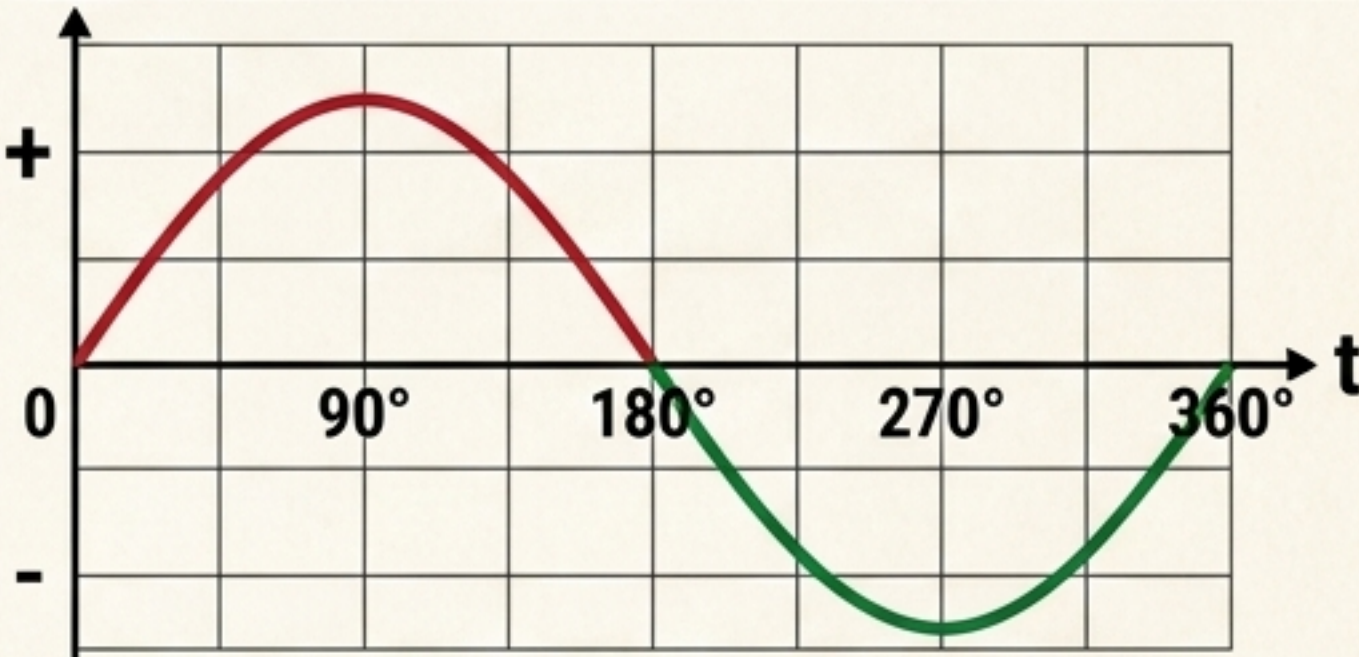
१. जेव्हा आर्मेचर घड्याळाच्या दिशेने फिरतो, वाहक AB वर जातो.
२. उत्तर ध्रुवाखाली (N) प्रवाह A कडून B कडे वाहतो.
३. यामुळे स्लिप रिंग २ 'ऋण' (Negative) बनते.

दक्षिण ध्रुवाखाली (South Pole Phase)

४. त्याचवेळी, दक्षिण ध्रुवाखाली (S) वाहक CD खाली जातो.
५. प्रवाह C कडून D कडे वाहतो.
६. यामुळे स्लिप रिंग १ 'धन' (Positive) बनते.
७. अर्ध्या फेरीनंतर दिशा पूर्णपणे उलटते.

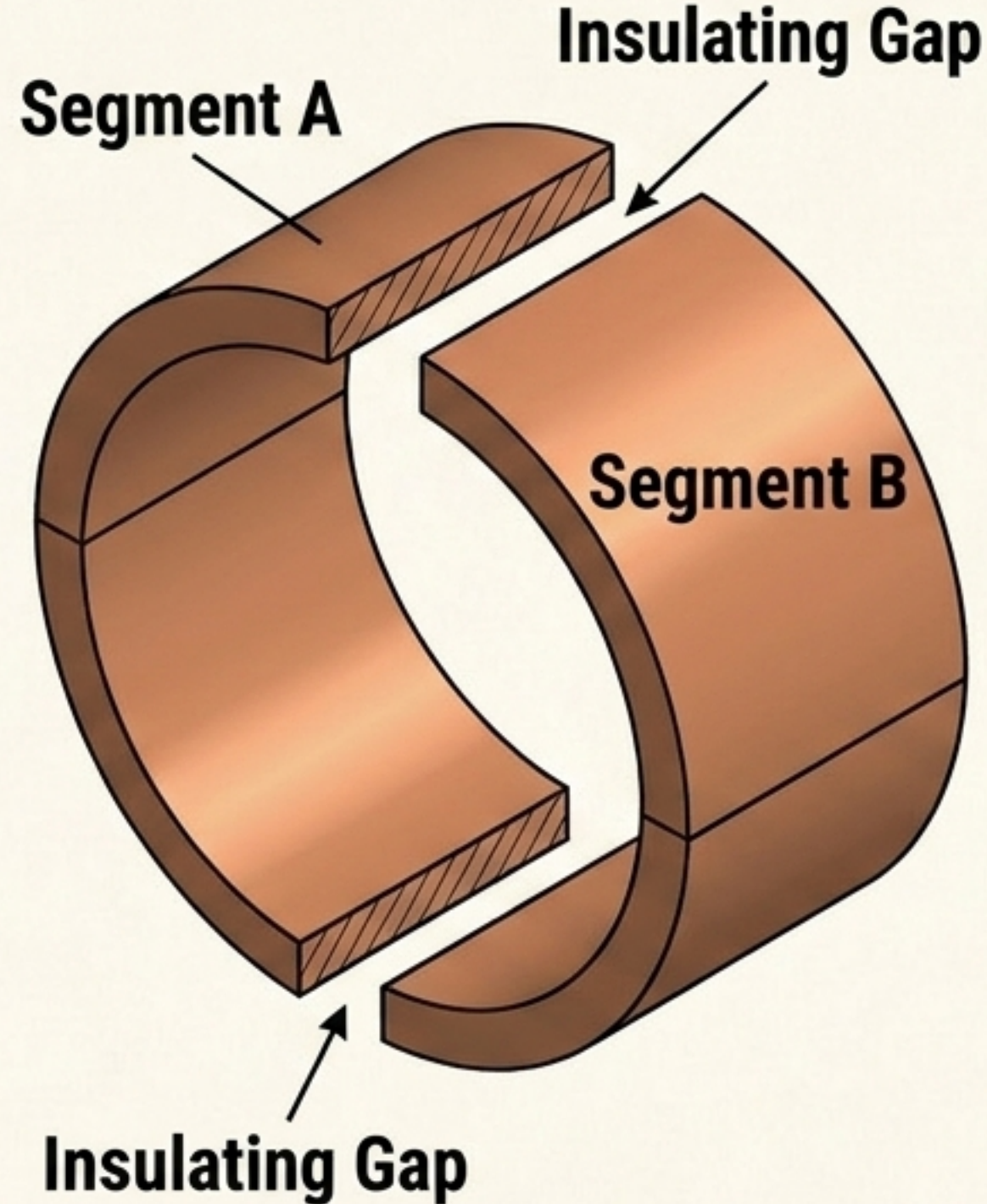
AC वेव्हफॉर्मर्स: समान आणि असमान चुंबकीय क्षेत्र

जनरेटरमधून मिळणारा आउटपुट व्होल्टेज आलेखावर वेव्हफॉर्मच्या स्वरूपात दिसतो. हा आलेख व्होल्टेज आणि आर्मेचरच्या फिरण्याचे अंश दर्शवतो.

असमान क्षेत्र (Un-uniform Field)	एकसमान क्षेत्र (Uniform Field)
	
आलेखाचा आकार आयताकृती (Rectangular) येतो.	- शुद्ध 'साइन वेव्ह' (Sine Wave) मिळते. - पहिल्या 180° मध्ये व्होल्टेज धन (Positive) असते. 180° ते 360° मध्ये प्रवाहाची दिशा उलटते (Negative).

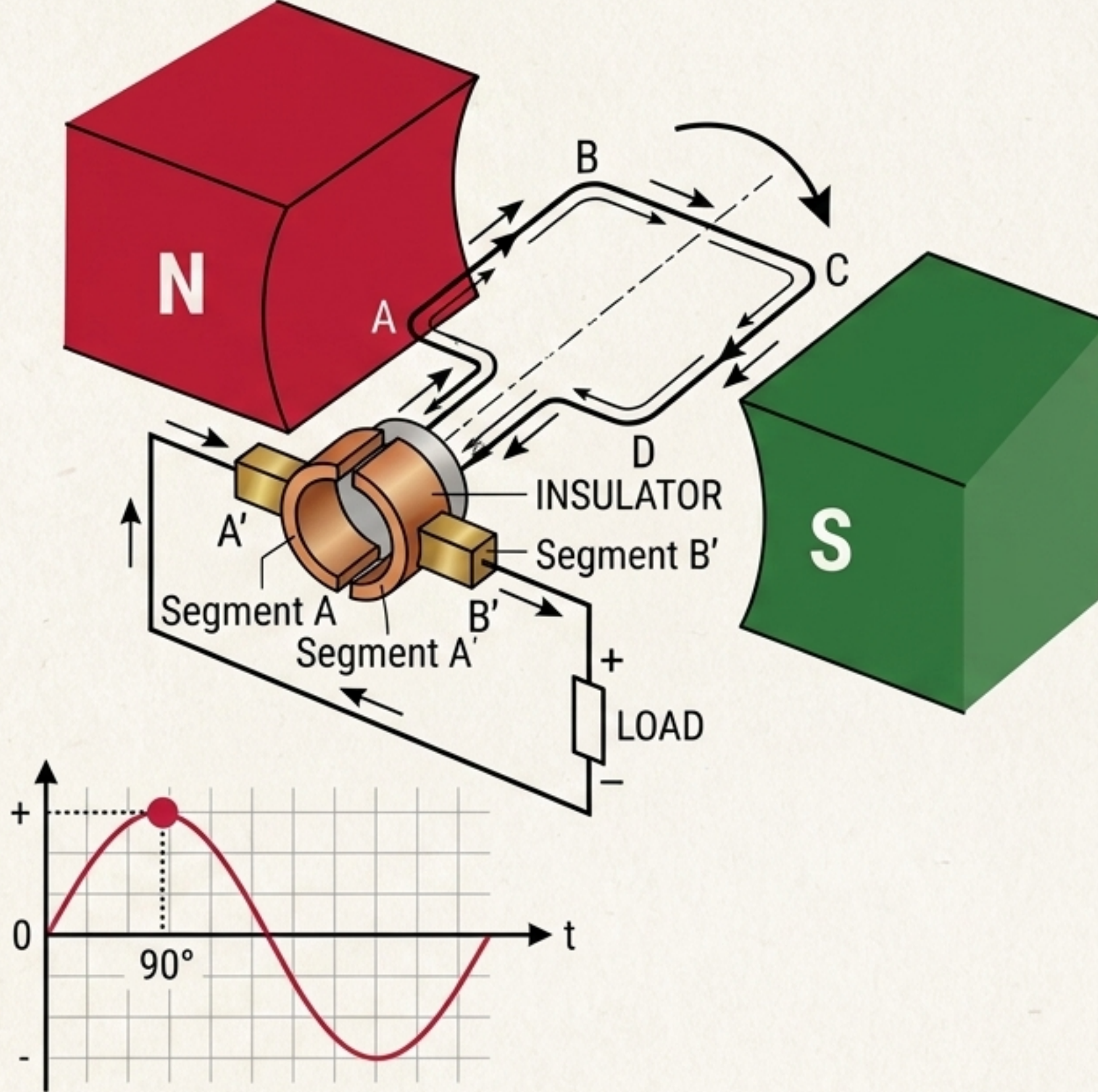
स्प्लिट रिंगसची ओळख (DC जनरेटरची सुरुवात)

- DC जनरेटर हा मुळात स्प्लिट रिंग्स बसवलेला AC जनरेटरच असतो.
- स्लिप रिंग्स ऐवजी येथे 'स्प्लिट रिंग' (Split Ring) वापरतात.
- ही हार्ड-ड्रॉन कॉपरची बनलेली रिंग मधून कापून तिचे दोन स्वतंत्र भाग (Segments) केलेले असतात.



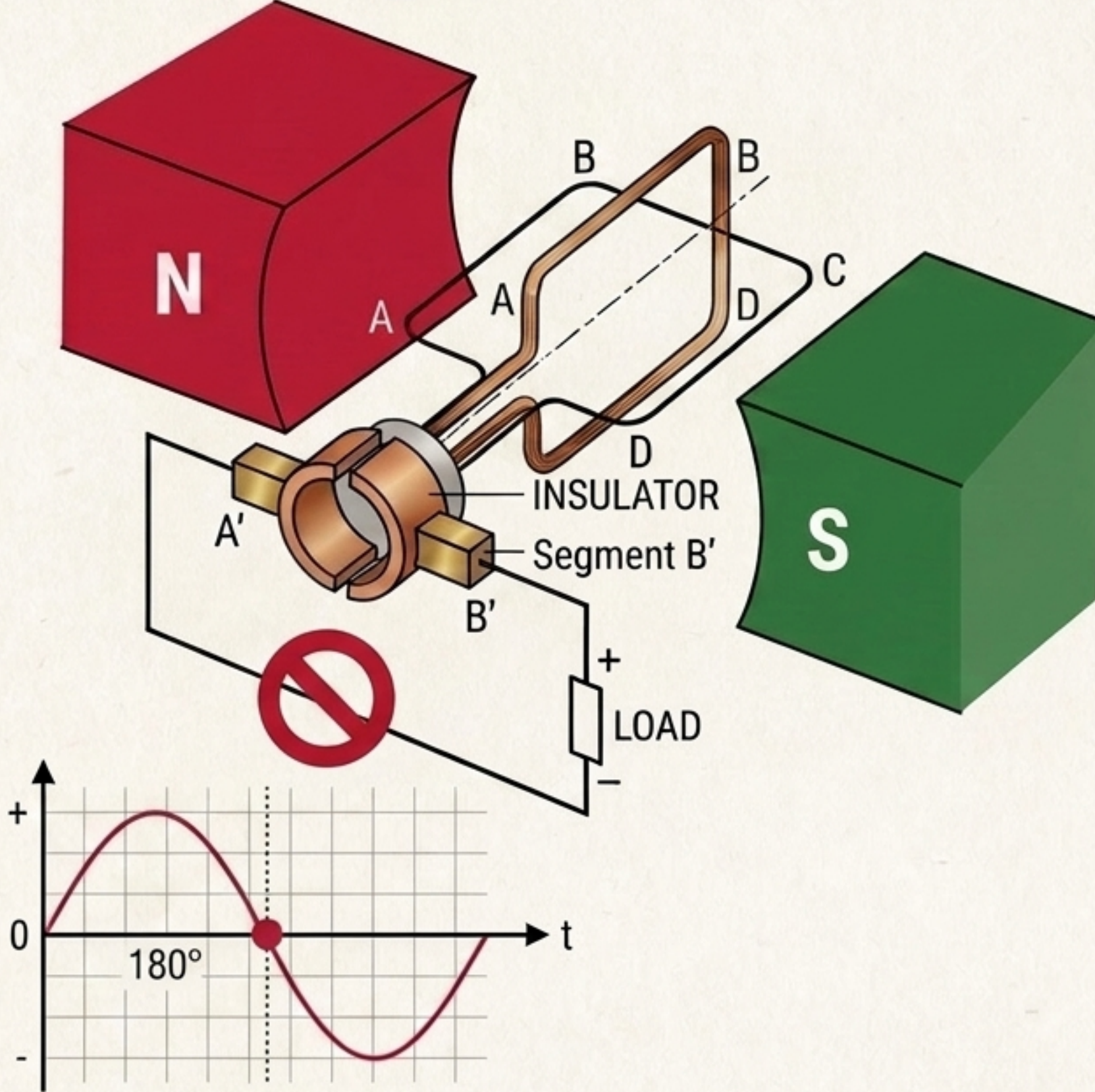
- आर्मेचर कॉइलमधील प्रवाहाची दिशा जेव्हा उलटते, तेव्हा स्प्लिट रिंग्स ब्रशेसचा संपर्क बदलतात.
- या रचनेमुळे बाह्य परिपथात जाणारा प्रवाह एकाच दिशेने राहतो.
- हाच तो यांत्रिक बदल आहे जो AC चे DC मध्ये अचूक रूपांतर करतो.

यंत्रणेची पहिली अवस्था: क्षैतिज स्थिती (Horizontal Position)



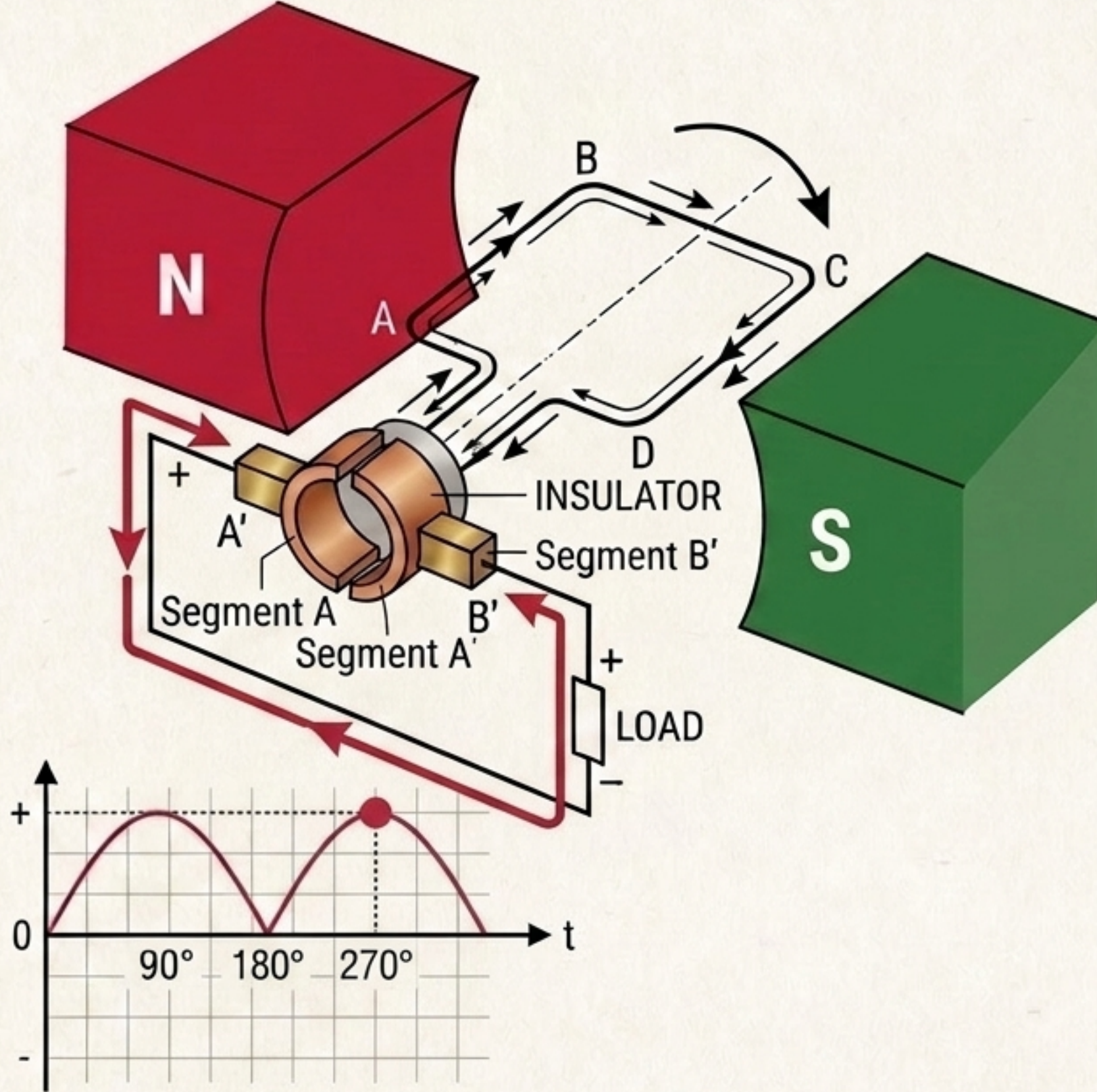
- आर्मेचर आणि स्प्लिट रिंग घड्याळाच्या दिशेने फिरतात.
- कॉइल क्षैतिज स्थितीत असताना, बाजू AB उत्तर ध्रुवाखाली व CD दक्षिण ध्रुवाखाली असते.
- प्रवाह A कडून B कडे आणि C कडून D कडे वाहतो.
- हा प्रवाह सेगमेंट B' मधून पॉझिटिव्ह ब्रशकडे जातो.
- या क्षणी जनरेटरमधून मिळणारे व्होल्टेज सर्वात जास्त (Maximum EMF) असते.
- प्रवाहाची बाह्य दिशा नेहमी धन (+) कडून ऋण (-) कडे असते.

यंत्रणेची दुसरी अवस्था: उभी स्थिती (Vertical Position)



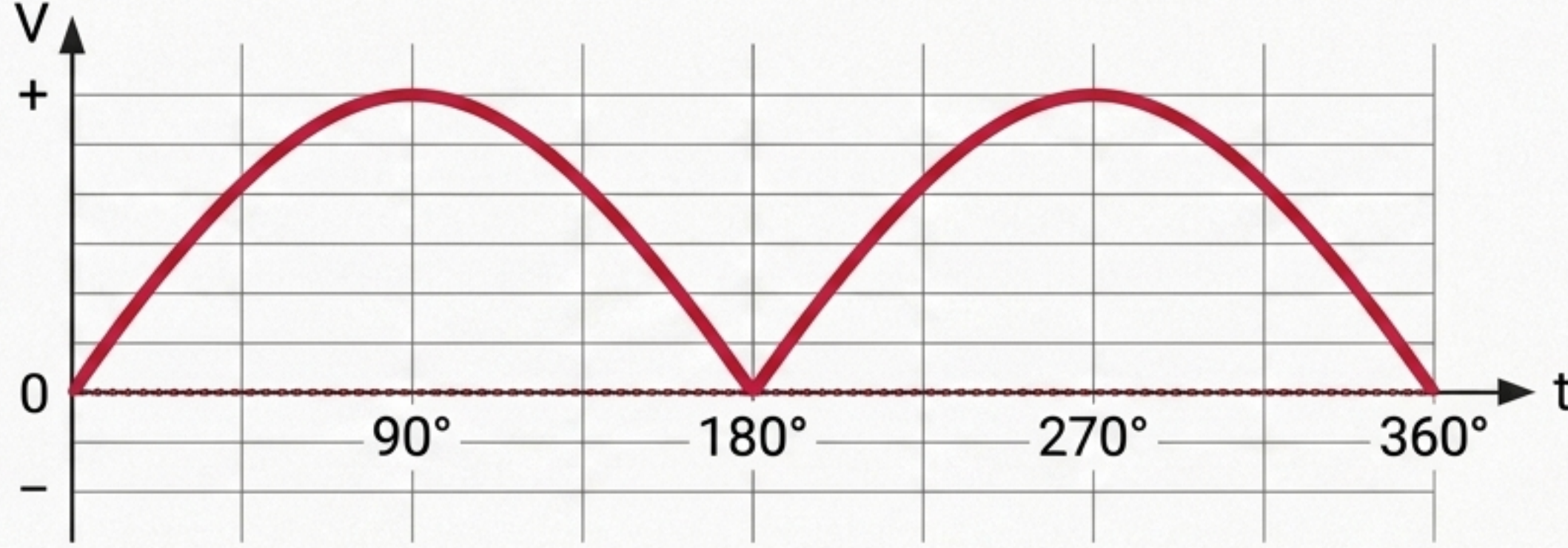
- जेव्हा आर्मेचर फिरून पूर्णपणे उभी स्थिती घेतो, कॉइल चुंबकीय रेषांना कापत नाही.
- यामुळे निर्माण होणारा ईएमएफ पूर्णपणे शून्य असतो.
- याच वेळी, स्थिर कार्बन ब्रशेस स्प्लिट रिंगच्या दोन्ही सेगमेंट्सच्या गॅपवर येतात.
- ब्रशेसमुळे दोन्ही सेगमेंट्स काही.
- ब्रशेसमुळे दोन्ही सेगमेंट्स काही क्षणासाठी शॉर्ट-सर्किट (Short-circuit) होतात.
- परिणामी, बाह्य परिपथात कोणताही विद्युत प्रवाह वाहत नाही (शून्य स्थिती).
- हा क्षण अतिशय अल्प असतो कारण आर्मेचर वेगाने फिरत असतो.

यंत्रणेची तिसरी अवस्था: उलट क्षैतिज स्थिती (Reversed Horizontal)



- आर्मेचर फिरून पुन्हा क्षैतिज स्थितीत येतो. आता AB दक्षिण ध्रुवाखाली व CD उत्तर ध्रुवाखाली येते.
- कॉइलमधील प्रवाहाची दिशा पूर्णपणे उलटते.
- परंतु, कॉइलसोबत स्प्लिट रिंगचे सेगमेंट्स देखील फिरलेले असतात.
- ज्या क्षणी प्रवाह उलटतो, त्याच क्षणी सेगमेंट्स स्थिर ब्रशेसखालीत आपली जागा बदलतात.
- यामुळे ब्रशेसची ध्रुवीयता (Polarity) निश्चित राहते.
- बाह्य परिपथात प्रवाहाची दिशा एकाच बाजूला राहते, ज्यामुळे एकदिशीय (DC) प्रवाह मिळतो.

सिंगल लूप DC वेव्हफॉर्म आणि स्पंदने (Pulsating DC)



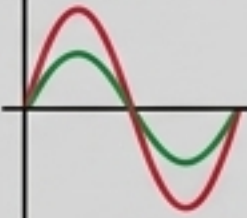
युनि-डायरेक्शनल प्रवाह

- स्प्लिट रिंगमुळे बाह्य व्होल्टेज नेहमी एकाच दिशेने वाहते.
- आलेखात पाहिल्याप्रमाणे, वेव्हफॉर्म शून्याखाली (Negative side) जात नाही, तो नेहमी वरच राहतो.
- यालाच आपण डायरेक्ट करंट (DC) म्हणतो.
- यालाच आपण डायरेक्ट करंट (DC) म्हणतो.

पंदनशील (Pulsating) समस्या

- सिंगल लूप कॉइलमुळे मिळणारा प्रवाह स्थिर नसून पंदनशील (Pulsating) स्वरूपाचा असतो.
- व्होल्टेज सतत शून्यापासून शिखरापर्यंत जाते आणि पुन्हा शून्यावर येते.
- खऱ्या अर्थाने स्थिर (Steady) वीज मिळवण्यासाठी हा प्रवाह पुरेसा नसतो.

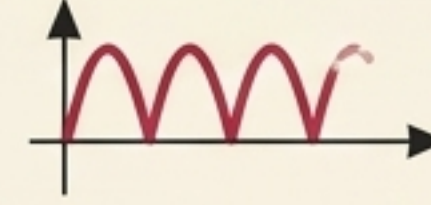
तुलना: स्लिप रिंग्स वि. स्प्लिट रिंग्स

	स्लिप रिंग्स (AC जनरेटर)	स्प्लिट रिंग्स (DC जनरेटर)
रचनेचा प्रकार	अखंड गोलाकार (Continuous) असतात. 	दोन किंवा अधिक भागांत कापलेल्या (Segmented) असतात. 
विद्युत प्रवाह / Output	नेहमी अल्टरनेटिंग करंट (AC) देतात. 	बाह्य परिपथात डायरेक्ट करंट (DC) देतात. 
ब्रशचा संपर्क	कॉइलचे टोक नेहमी एकाच ब्रशला जोडलेले असते.	प्रत्येक अर्ध्या फेरीनंतर ब्रशचा संपर्क आपोआप बदलतो.
मुख्य वापर	प्रामुख्याने अल्टरनेटरमध्ये वापर होतो.	फक्त DC जनरेटर आणि DC मोटर्समध्ये वापर होतो (ज्याला कम्प्युटेटर म्हणतात).

स्पंदनांची समस्या आणि उपाय (Solving Pulsations)

समस्या: सिंगल लूप जनरेटरमधून मिळणारा पल्सेटिंग DC व्होल्टेज

- व्होल्टेज सतत कमी-जास्त होते. अशा प्रवाहामुळे औद्योगिक यंत्रे व्यवस्थित चालत नाहीत.



उपाय १: फील्ड पोल्सची संख्या वाढवणे

- N आणि S ध्रुवांची संख्या २ ऐवजी ४ किंवा ६ करणे.



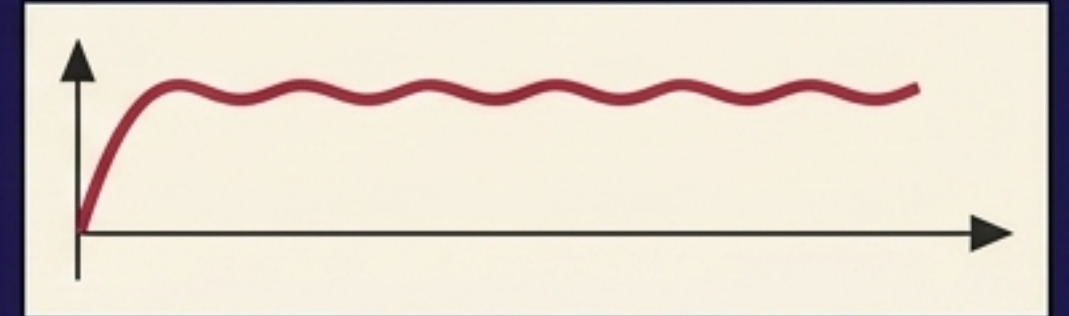
उपाय २: आर्मेचर कॉइल्सची संख्या वाढवणे

- आर्मेचरमध्ये अनेक स्वतंत्र कॉइल्स (Multi-coils) वापरणे.

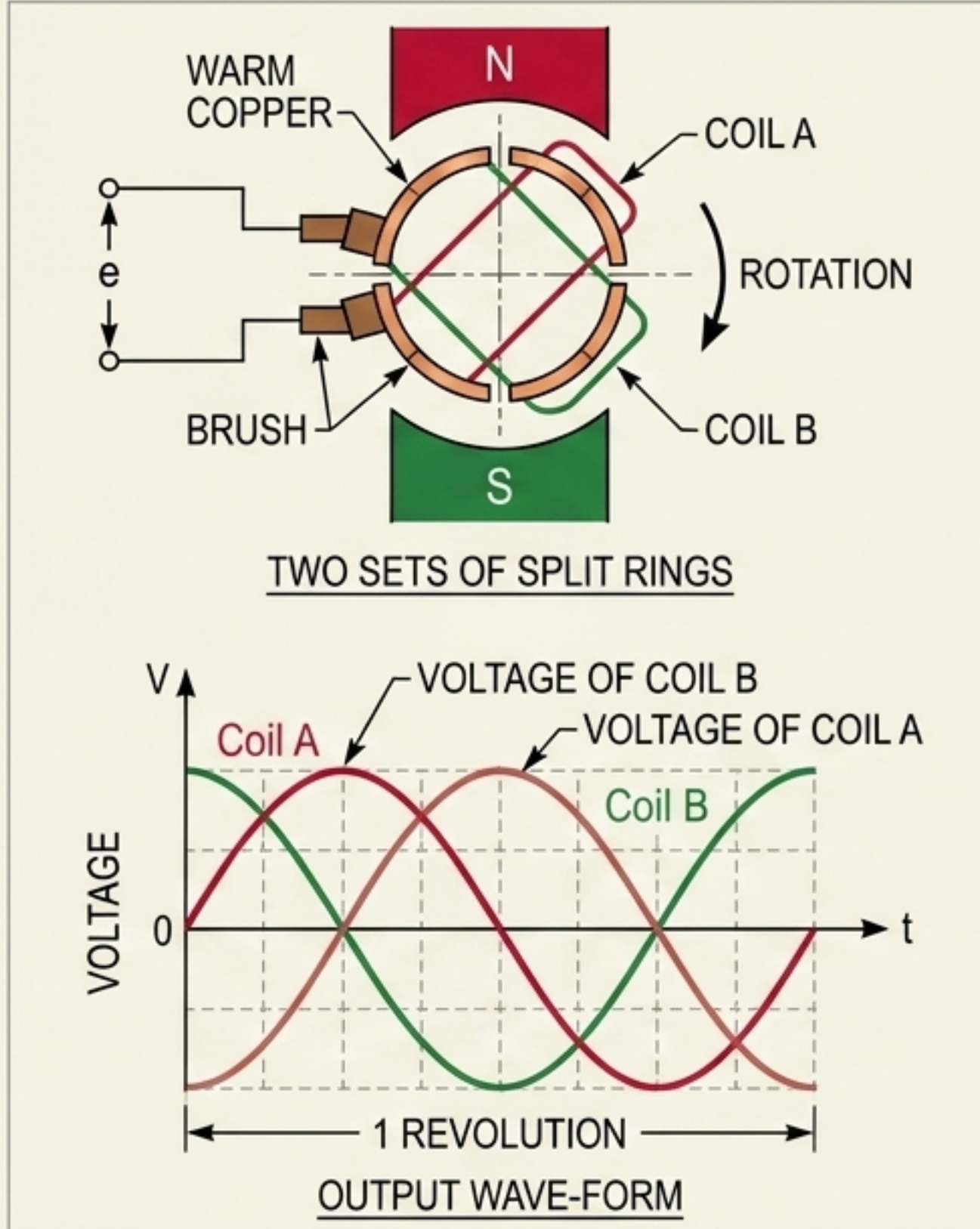


परिणाम: स्थिर आणि मजबूत DC प्रवाह

- एका फेऱ्यात स्पंदनांची संख्या वाढते, ज्यामुळे व्होल्टेज पूर्णपणे शून्यावर न येता **स्थिर** (Steady) राहते.

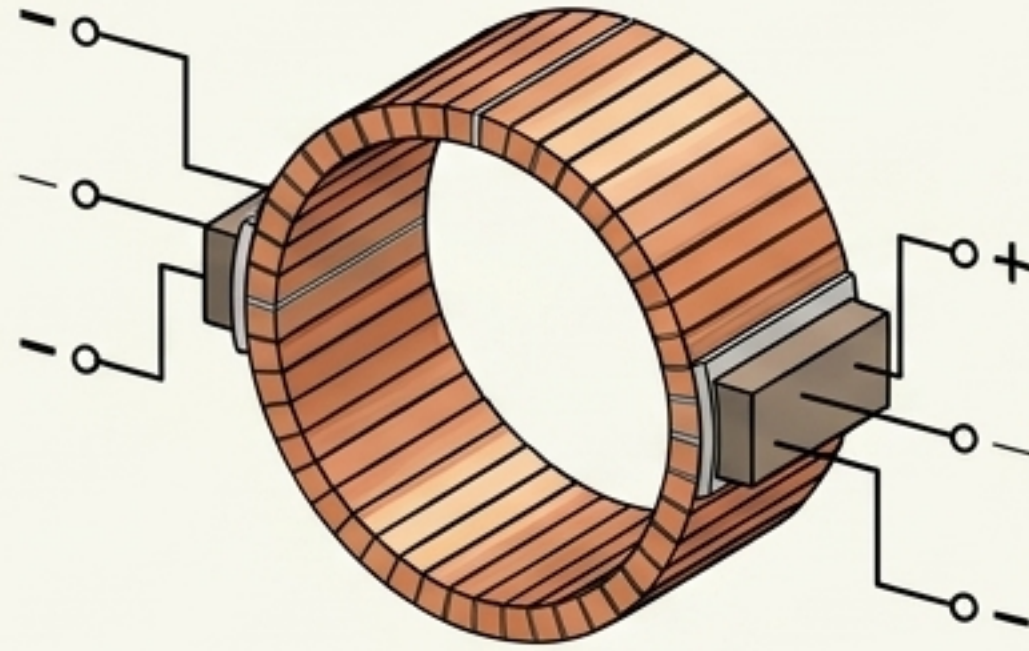


उपाय: आर्मेचर कॉइल्सची संख्या वाढवणे

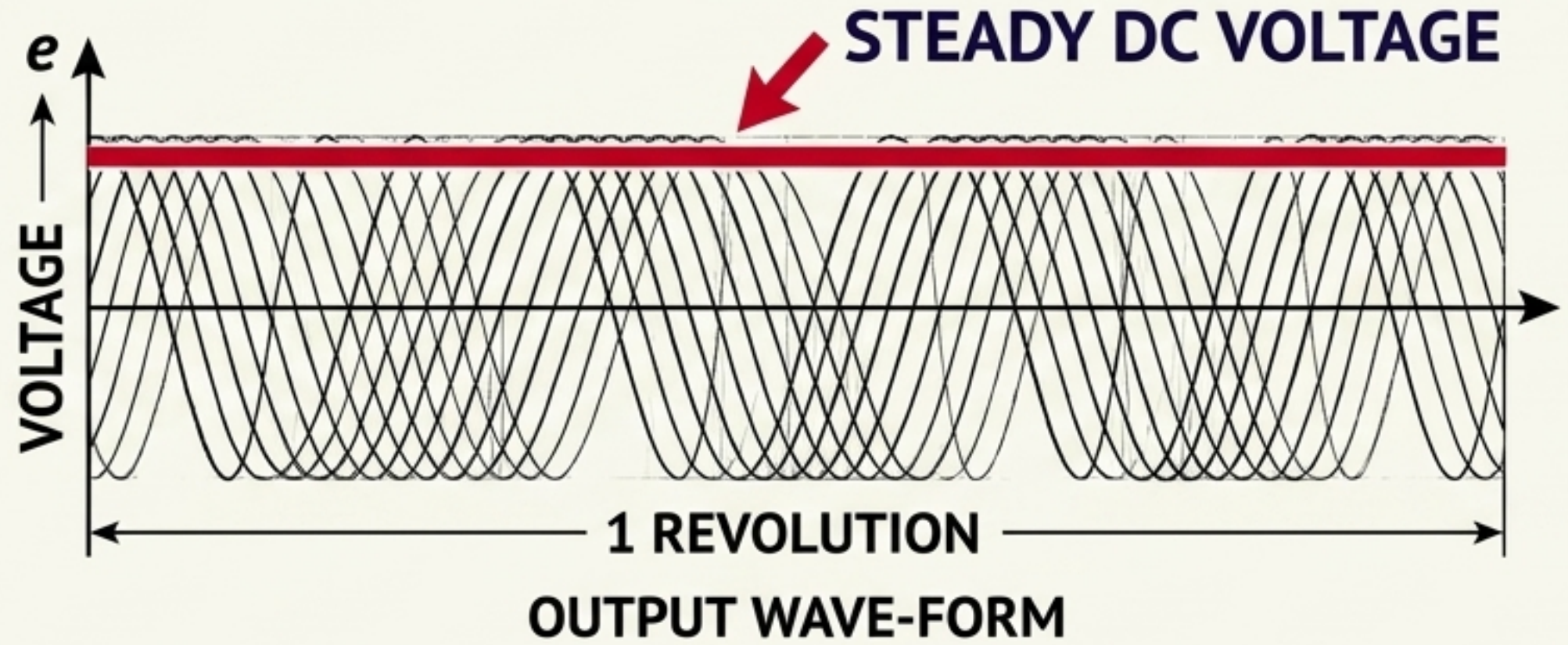


- दोन स्वतंत्र कॉइल्स (Coil A आणि Coil B) वापरल्यामुळे स्प्लिट रिंगचे ४ भाग करावे लागतात.
- जेव्हा Coil A मधील व्होल्टेज शून्यावर येते, तेव्हा Coil B मधील व्होल्टेज शिखरावर (Peak) असते.
- यामुळे आउटपुट वेव्हफॉर्ममध्ये दोन्ही कॉइल्सचे व्होल्टेज एकमेकांवर ओव्हरलॅप (Overlap) होतात.
- आलेखात पाहिल्यास, व्होल्टेज आता पूर्णपणे शून्यावर न येता एका ठराविक वरच्या पातळीवर राहते.
- एका फेऱ्यात मिळणाऱ्या पल्सेसची संख्या आता दुप्पट झाली आहे.
- या रचनेला 'दोन सेटची स्प्लिट रिंग' (Two Sets of Split Rings) म्हणतात.

अंतिम स्वरूप: मल्टी-सेगमेंट कम्युटेटर (The Commutator)



A NUMBER OF SPLIT RINGS
(COMMUTATOR)



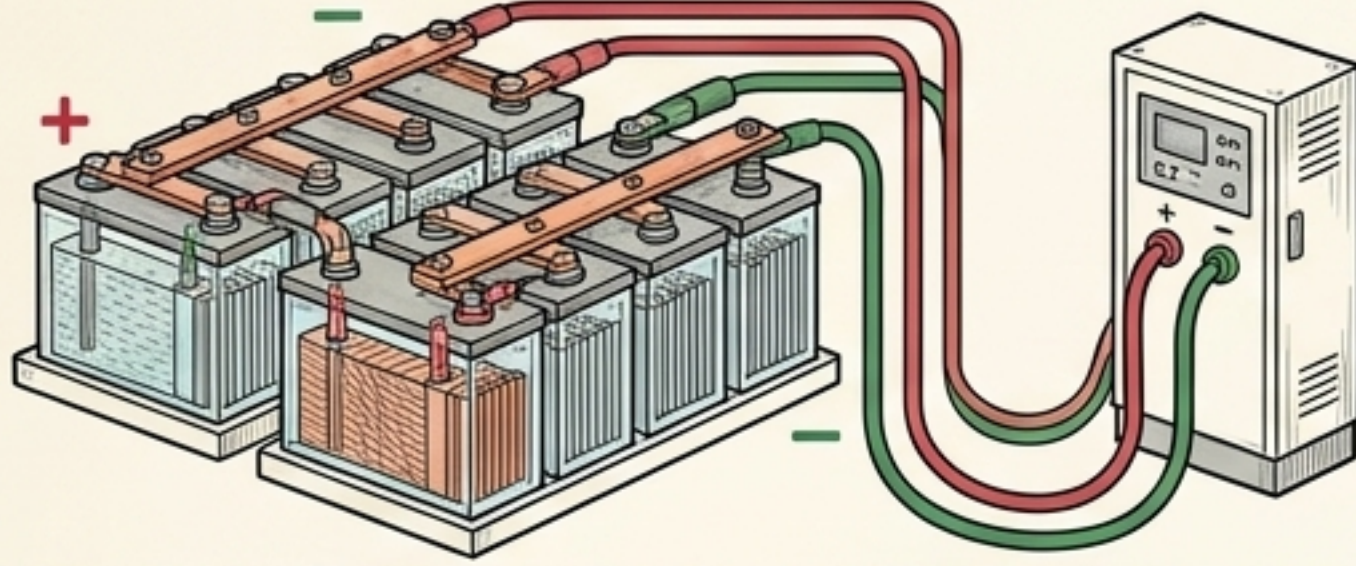
- व्यावसायिक औद्योगिक जनरेटरमध्ये अनेक कॉइल्स वापरल्या जातात.
- या शेकडो कॉइल्स जोडण्यासाठी स्प्लिट रिंगचे अनेक लहान कापलेले भाग (Segments) करावे लागतात.
- या अनेक सेगमेंट्सने बनलेल्या संपूर्ण गोलाकार रचनेलाच 'कम्युटेटर' (Commutator) म्हणतात.

- जमजशी सेगमेंट्सची संख्या वाढते, तसतसे अनेक वेव्हफॉर्म्स एकमेकांवर आच्छादित (Overlap) होतात.
- परिणामी, आउटपुट व्होल्टेजमधील खाचा (Dips) नाहीशा होतात.
- कम्युटेटरमुळे आर्मेचरमधील अस्थिर AC चे बॅटरीसारख्या गुळगुळीत आणि स्थिर DC मध्ये रूपांतर होते.

DC जनरेटरचे औद्योगिक उपयोग

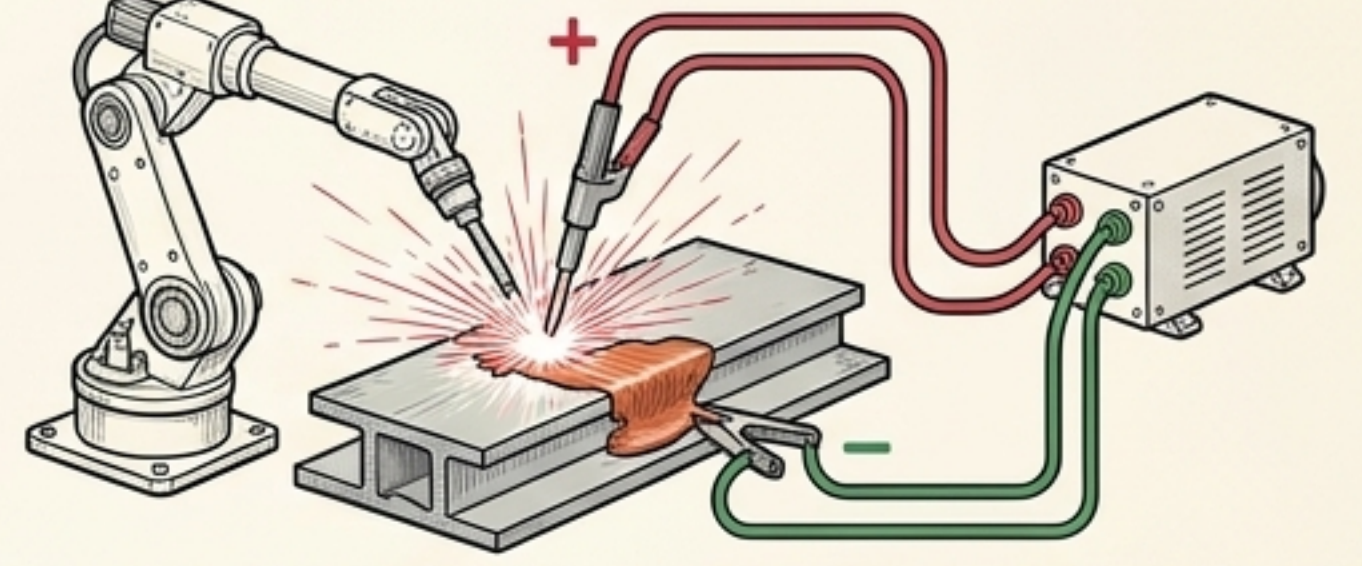
स्थिर आणि शक्तिशाली DC प्रवाहाची अनेक औद्योगिक क्षेत्रांत अत्यंत गरज असते. कम्प्युटर नसता तर खालील यंत्रणा चालवता आल्या नसत्या.

बॅटरी चार्जिंग (Battery Charging)



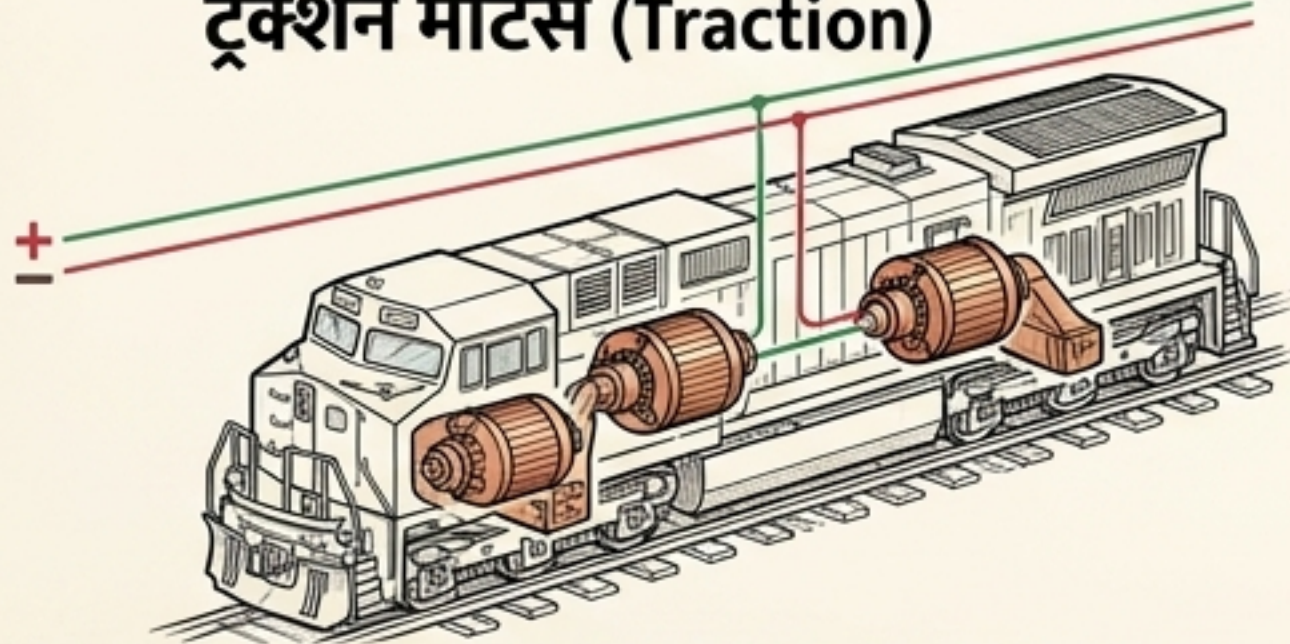
मोठे औद्योगिक बॅटरी बॅक्स चार्ज करण्यासाठी DC जनरेटर वापरतात.

वेल्डिंग मशीन (Welding)



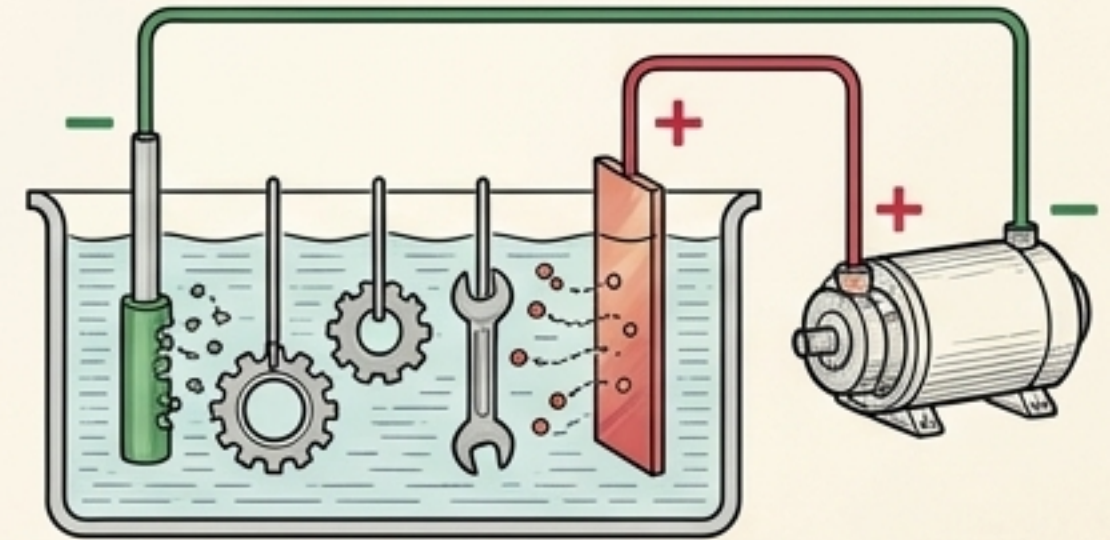
आर्क वेल्डिंगमध्ये उच्च आणि स्थिर प्रवाह देण्यासाठी DC जनरेटर सर्वोत्तम असतो.

ट्रॅक्शन मोटर्स (Traction)



रेल्वे इंजिन आणि जड वाहनांमध्ये वेगावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी DC मोटर्स वापरतात.

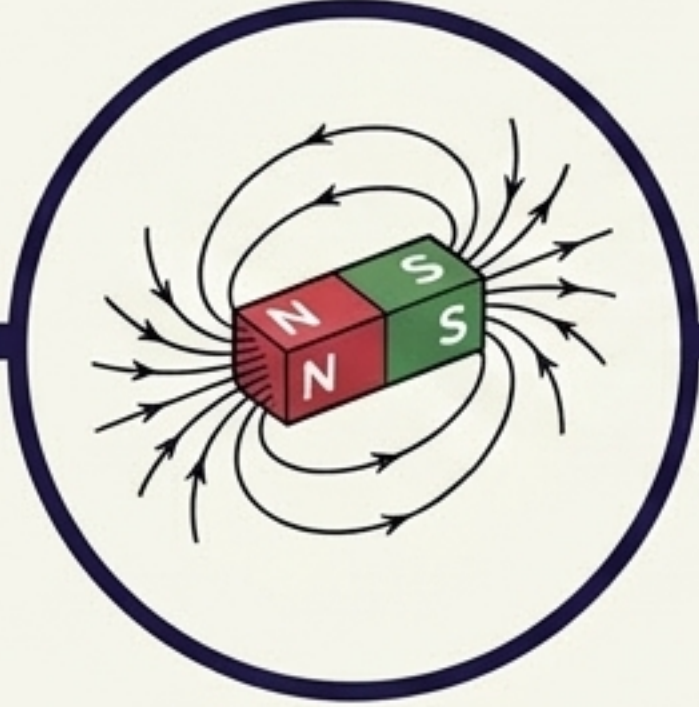
इलेक्ट्रोप्लेटिंग (Electroplating)



धातूवर मुलामा चढवण्याच्या रासायनिक प्रक्रियेत पूर्णपणे स्थिर DC वीज लागते.

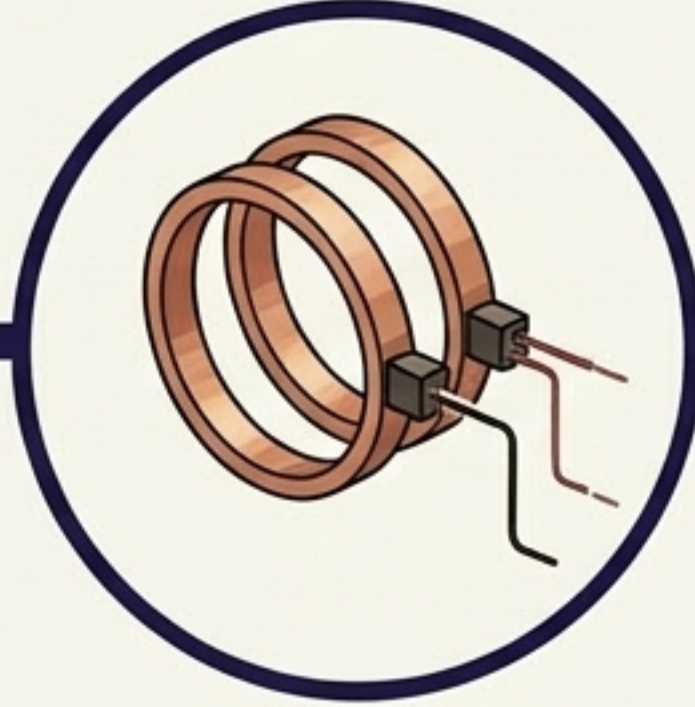
सारांश: यांत्रिक ते विद्युत प्रवास

निर्मिती



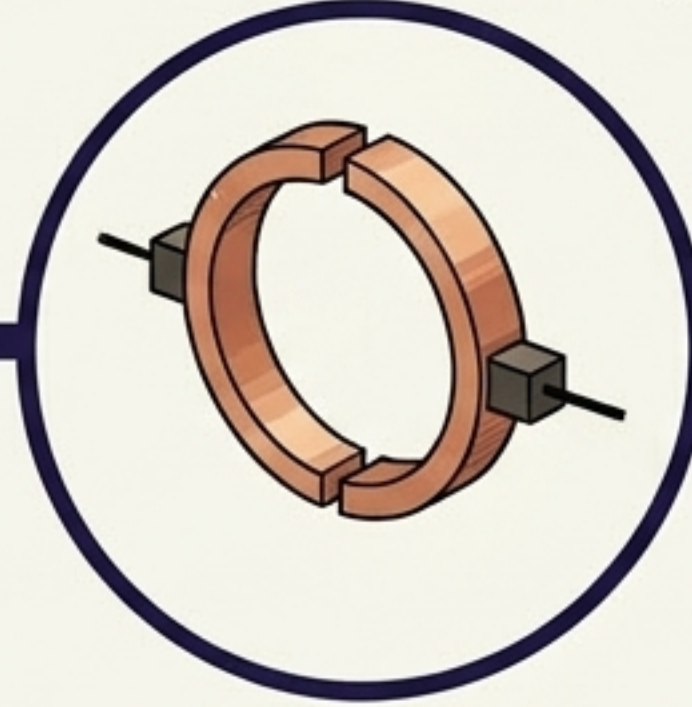
चुंबकीय क्षेत्रात कॉइल फिरल्यामुळे मूळ AC प्रवाह तयार होतो.

स्लिप रिंग्स



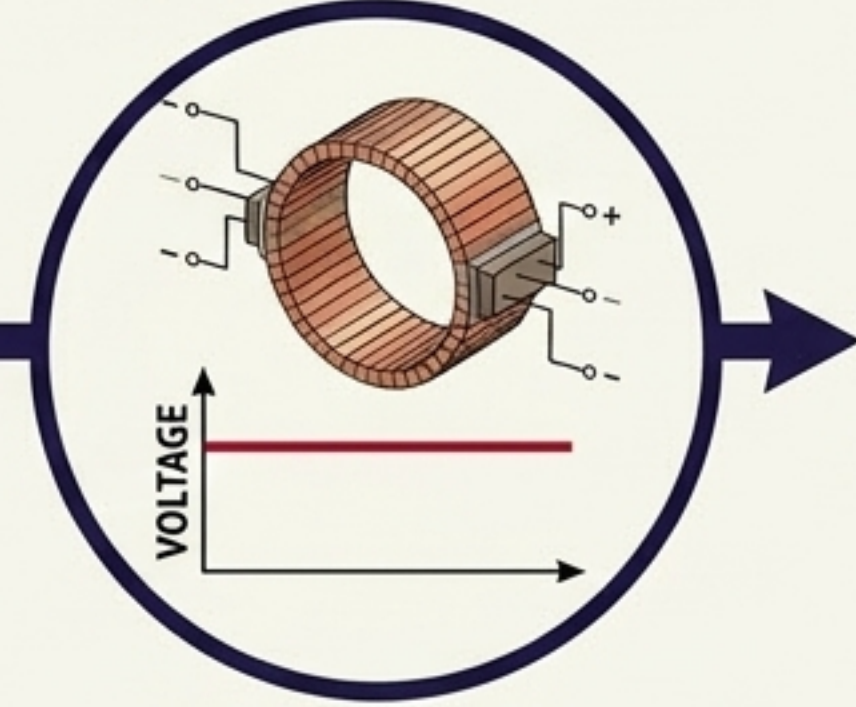
अखंड रिंग्स जोडल्यास बाह्य परिपथात फक्त AC प्रवाह मिळतो.

स्प्लिट रिंग्स (जादू)



कापलेल्या रिंग्स दर अर्ध्या फेरीला ब्रशेसचा संपर्क उलटतात (पल्सेटिंग DC).

अंतिम परिणाम



मल्टी-सेगमेंट कम्युटेटर वापरल्यामुळे स्थिर आणि शक्तिशाली DC वीज मिळते.

थोडक्यात: स्लिप रिंग्स = AC जनरेटर | कम्युटेटर (स्प्लिट रिंग्स) = DC जनरेटर

चर्चा आणि मूल्यमापन (भाग १)

पाठात शिकलेल्या संकल्पनांची उजळणी करण्यासाठी खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या:

१

प्रश्न १: स्लिप रिंग्स म्हणजे काय आणि AC जनरेटरमध्ये त्यांचा उपयोग काय असतो?

विचार करा: त्यांच्या आकारामुळे बाह्य परिपथात कोणता प्रवाह मिळतो?

२

प्रश्न २: प्लिट रिंग्स (Split Rings) म्हणजे काय आणि ते कोणत्या धातूचे बनलेले असतात?

विचार करा: सप्लिट रिंग्स आणि स्लिप रिंग्सच्या रचनेत मुख्य फरक काय आहे?

३

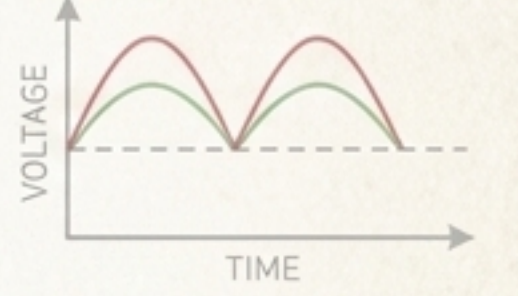
प्रश्न ३: DC जनरेटरमध्ये सप्लिट रिंग्सचे मुख्य कार्य काय असते?

विचार करा: अर्ध्या फेरीनंतर ब्रशेस आणि रिंग्समध्ये नेमका काय बदल होतो?

चर्चा आणि मूल्यमापन (भाग २)

४ प्रश्न ४: सिंगल लूप DC जनरेटरची आउटपुट वेव्हफॉर्म कशी असते?

विचार करा: प्रवाह शून्याखाली जातो का? तो स्थिर असतो की कमी-जास्त होतो?

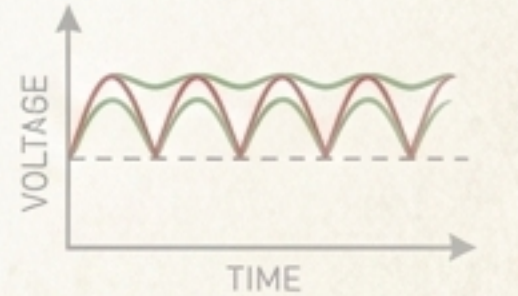


५ प्रश्न ५: DC प्रवाहातील स्पंदनांची (Pulsations) संख्या वाढवण्याच्या दोन मुख्य पद्धती कोणत्या आहेत?

विचार करा: आर्मेचर आणि फील्ड पोल्समध्ये आपण काय बदल करू शकतो?

६ प्रश्न ६: कम्युटेटर सेगमेंट्सची संख्या वाढल्यास आउटपुट वेव्हफॉर्मवर काय सकारात्मक परिणाम होतो?

विचार करा: अनेक वेव्हफॉर्म्स एकमेकांवर ओव्हरलॅप झाल्यावर अंतिम आलेख कसा दिसतो?



गृहपाठ आणि पुढील पाठ



गृहपाठ

१. AC व DC जनरेटर या रचनेतील फरक स्पष्ट करा.
२. स्प्लिट रिंग्सचे कार्य आकृतीसह तुमच्या वहीत काढा आणि स्पष्ट करा.
३. कम्प्युटेटर सेगमेंट्सची संख्या आणि वेव्हफॉर्म यांचा संबंध स्पष्ट करा.
४. स्पंदनांची संख्या वाढवण्याच्या पद्धती सविस्तर लिहा.

पुढील पाठ

पुढील पाठ: डीसी जनरेटरचे EMF समीकरण (EMF Equation)

आज शिकलेली कम्प्युटेटरची रचना व्यवस्थित लक्षात ठेवा, ती पुढील गणितीय समीकरणांसाठी अत्यंत उपयोगी पडेल.