SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date ....

* Torque equation of D.C Motor

वह बल जो किसी वस्तु या पिंड को उसके अक्ष के चारों ओर घुमाने का प्रयत्न करे Torque कहलाता है।

माना कि एक DC Machine जिसकी परिधि पर F न्यूटन बल लगा है तथा Machine का radius r मीटर है बल लगने पर N चक्र/मिनट पर घूमती है तब

आघूर्ण $T = F$ (बल) $\times$ r (त्रिज्या)

$T = F.r.$ न्यूटन मीटर

बल F द्वारा एक पूर्ण चक्र में किया गया कार्य = F × तय की गयी दूरी

$= F.2\pi r$ न्यूटनमीटर या जूल

∴ एक सेकण्ड में किया गया कार्य $= F \times 2\pi r \times \frac{N}{60}$ जूल/से०

$= (F.r)\ \frac{2\pi N}{60}$

$= \frac{T.\ 2\pi N}{60}$ वाट

Motor Armature में विकसित शक्ति $= \frac{2\pi NT}{60}$ वाट —— (i)

मोटर Armature में विद्युत शक्ति के तुल्य विकसित यान्त्रिक शक्ति

$= E_b I_a$ वाट —— (ii)

समी (i) व (ii) से

$$\frac{2\pi NT}{60} = E_b I_a$$

SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date .....

$$T = \frac{E_b I_a \cdot 60}{2\pi N}$$

$$T = \frac{P\phi Z N}{60A} \cdot I_a \cdot \frac{60}{2\pi N}$$

$$T = \frac{P\phi Z I_a}{2\pi A} \quad \text{न्यूटन मीटर}$$

Motar के लिए P, Z, A का मान स्थिर है तब

$$\boxed{T \propto \phi I_a}$$

जहाँ

ϕ = मुख्य flux

I_a = Armature Current

* **Starting of D.C. Motors:**

Motar के Starting के लिए उपयोगी वह बाह्य इकाई जिसकी सहायता से Starting के समय Motar के Armature के श्रेणी क्रम में आवश्यक प्रतिरोध लगाकर, Armature Current को सीमित किया जाता है, Starter कहलाता है। इसकी Help से Starting में आवश्यक बाह्य Resistance Motar के Armature के Series में जोड़ दिया जाता है और ~~बेहद~~ Motar की गति बढ़ने के साथ-साथ इस External Resistance को धीरे-धीरे कम कर, अन्त में Circuit से पूर्णतः हटा लिया जाता है।

* **Speed Control of D.C. Motors:** (Speed Control in series motor)-

① Armature Resistance Control

② Flux Control

(a) क्षेत्र परिवर्तक (Field Divertor)

(b) आर्मेचर परिवर्तक (Armature Diretor)

(c) Tapped Field Control

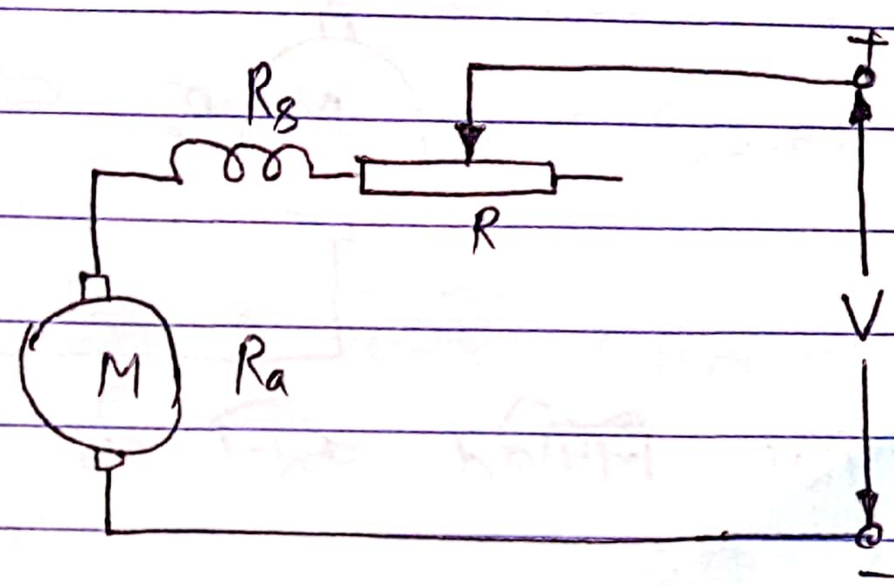
(d) Parallel Field Control (समानान्तर क्षेत्र Control)

SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date ....

③ Series Parallel Control or Voltage Control

① Armature Resistance Control



जहाँ Motor की चाल को उसकी सामान्य चाल (Motor के लिये निर्धारित वह चाल जिस पर बिना कोई External Resistance के rotate होती है।) की अपेक्षा कम करने की आवश्यकता होती है। यदि Motor के Armature के Series में Resistance लगा दिया जाये तो, External Resistance R के कारण प्रतिरोधी वोल्टतापात, I_aR हो जाने से, मोटर पर प्रयुक्त Voltage V का मान कम हो जाता है। अतः पश्च वि०वा०ब० E_b का मान कम हो जाने से, Motor की चाल कम हो जाती है।

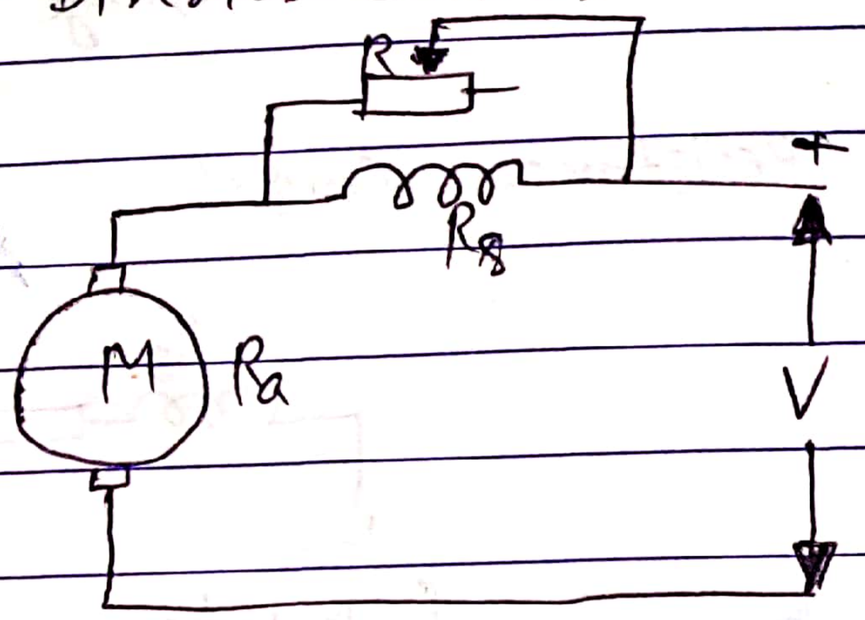
② Flux Control:

जहाँ Motor की चाल flux Control method से Control करने की आवश्यकता होती है, वहाँ इस विधि का use किया जाता है।

SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

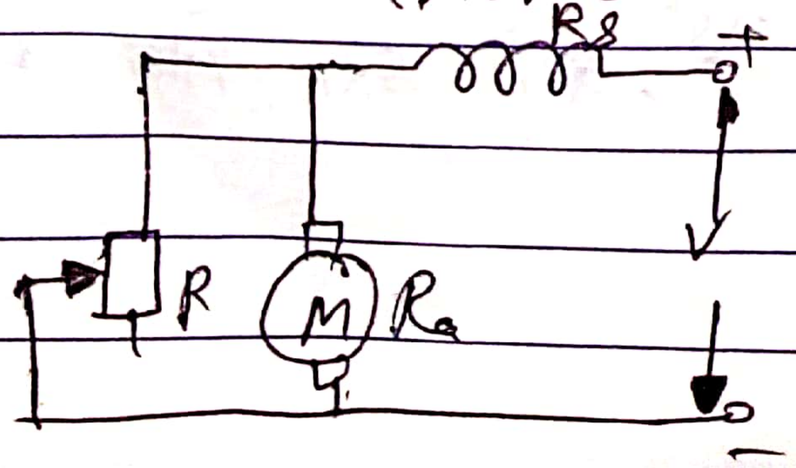
Date .....

(a) क्षेत्र परिवर्तक द्वारा (by Field Divertor Control)



इस विधि से चाल नियंत्रित करने के लिए एक प्रतिवर्ती प्रतिरोध, R जिसे क्षेत्र मार्ग परिवर्तक कहते हैं, Motor की क्षेत्र कुण्डली के समानान्तर क्रम में लगा दिया जाता है। Motor की क्षेत्र कुण्डली के Parallel में Resistance जुड़ जाने से क्षेत्रीय विद्युतधारा का कुछ भाग इस मार्ग के परिवर्तक से प्रभावित होने लगता है, जिससे क्षेत्रीय विद्युतधारा का मान कम हो जाता है। क्षेत्रीय विद्युत धारा का मान कम हो जाने से उस पर आधारित क्षेत्र flux ϕ का मान भी कम हो जाता है। चूँकि $N \propto 1/\phi$; अतः flux के मान में कमी आने से, Motor की चाल बढ़ जाती है। इस विधि का use निर्धारित गति से अधिक चाल पर Motor चलाने के लिए किया जाता है।

(b) आर्मेचर परिवर्तक नियंत्रण (Armature Divertor Control)



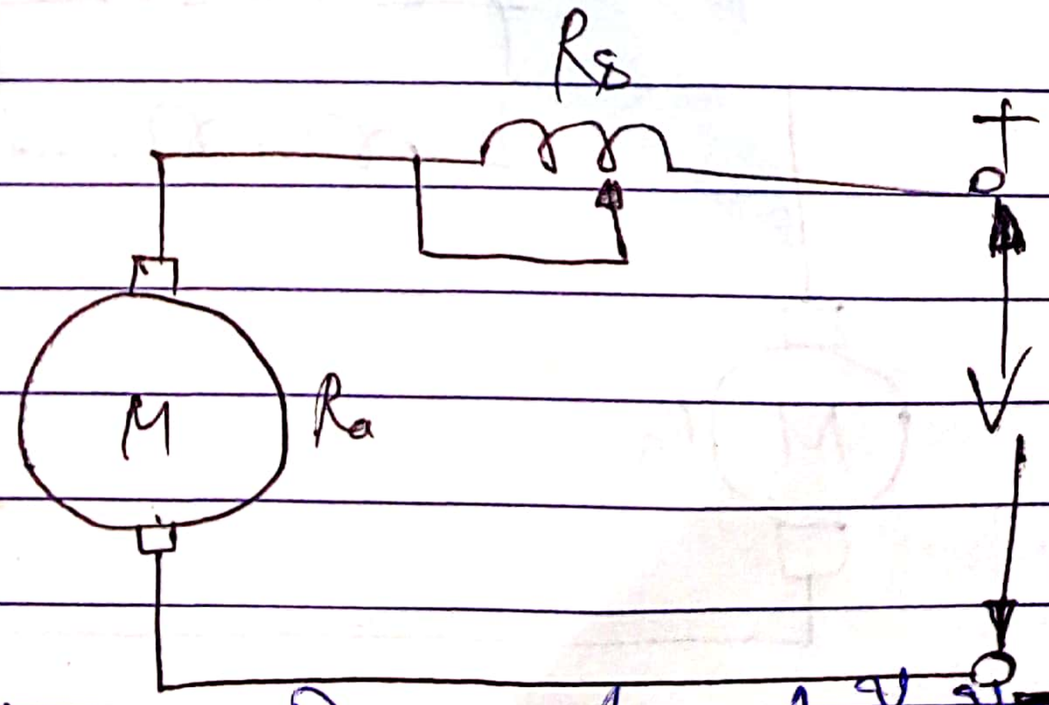
SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date .....

इस विधि में एक प्रतिवर्ती प्रतिरोध, जिसे मार्ग परिवर्तक (diverter) कहते हैं, Motor के Armature के parallel में जोड़ दिया जाता है। यहाँ चाल नियन्त्रण प्रतिरोध के Parallel में हो जाने के कारण नियन्त्रण प्रतिरोध की धारा मोटर के क्षेत्र कुण्डली से प्रवाहित होती है, जिससे Flux ϕ बढ़ता है। चूँकि $N \propto I/\phi$ अतः जैसे-जैसे प्रतिरोध R का मान कम किया जाता है, क्षेत्र कुण्डली अधिक विद्युतधारा ग्रहण करती है। क्षेत्रीय परिपथ की विद्युतधारा का मान बढ़ने से ϕ का मान बढ़ता है और Motor के स्थिर बलाघूर्ण, $T \propto \phi I_a$ पर उसकी चाल उसकी निर्धारित चाल से कम हो जाती है। चूँकि $N \propto 1/\phi$, इसलिये flux का मान परिवर्तन करने पर निर्धारित गति से कम गति की विभिन्न गतियाँ प्राप्त की जा सकती है।

(c) Tapped field Control

इस विधि से Motor की चाल नियंत्रित करने के लिए Motor की क्षेत्र कुण्डली को खण्डों से बाँटकर, बहुत सी Tapping बाहर निकाल ली जाती है और आवश्यकतानुसार



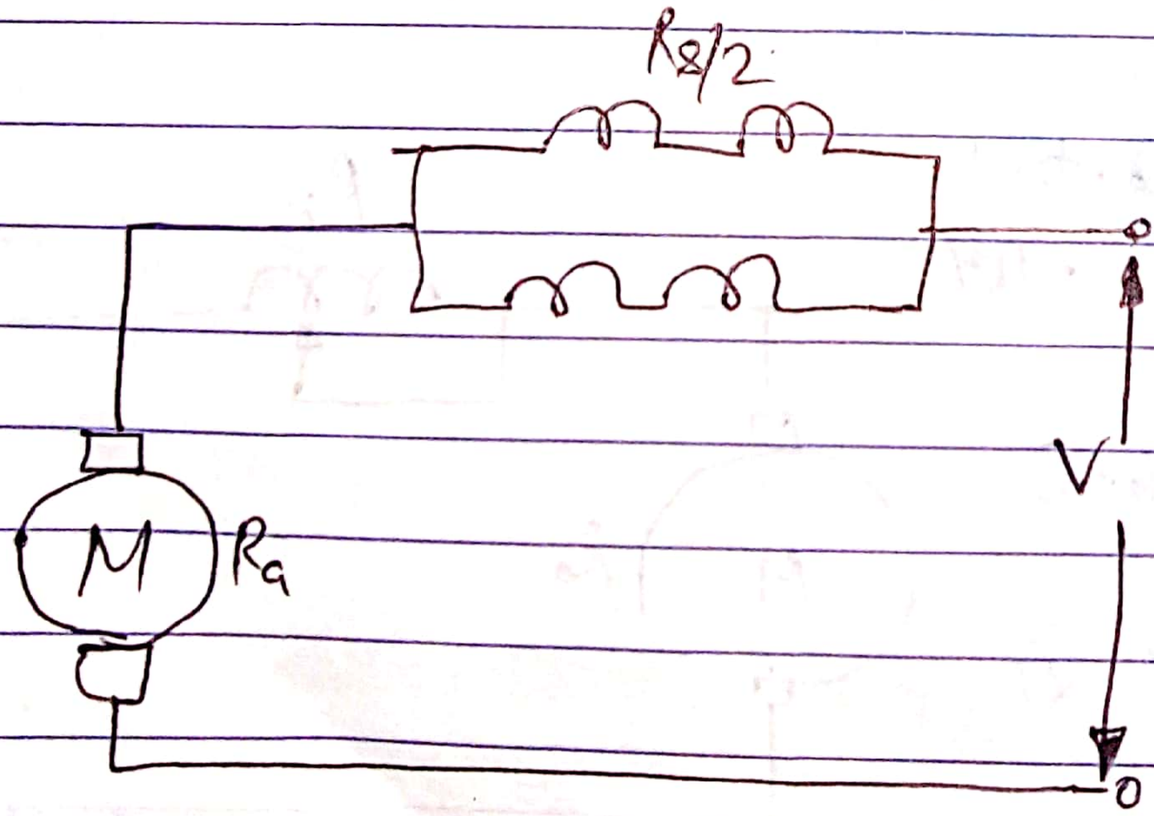
SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date .....

field coil के number of field turns में use में लाया जाता है।
जब field coil के सभी turns परिपथ में रहते हैं तो Motor की
गति सामान्य रहती है परन्तु जैसे - जैसे field ~~coil~~ turns की संख्या
घटाई जाती है, Motor की गति बढ़ती जाती है; क्योंकि ऐसा करने पर
क्षेत्रीय एम्पियर वर्त कम हो जाने से flux का मान कम हो जाता है।
इस विधि का use electric traction (संकर्षण) में किया जाता है।

(d) Paralleling Field Control

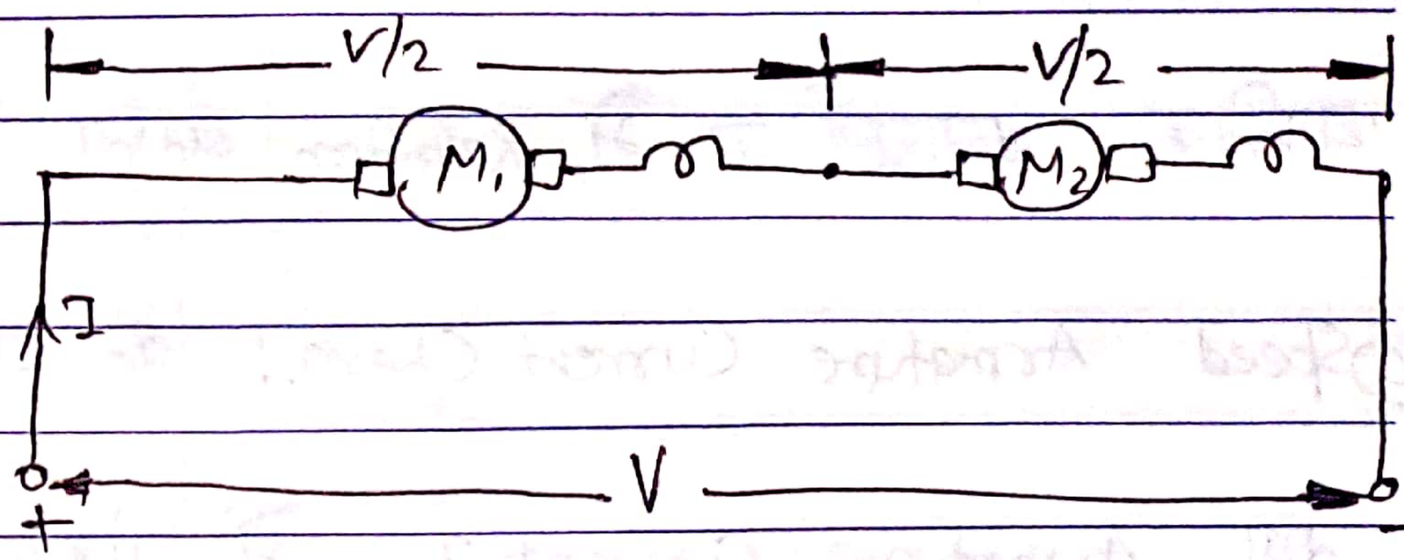
यह विधि पंखा Motor में use की जाती है तथा इस विधि से
निर्धारित गति से अधिक गति प्राप्त की जाती है। इसमें Motor की
कुण्डलियों को परस्पर Parallel में संयोजित कर दिया जाता है।



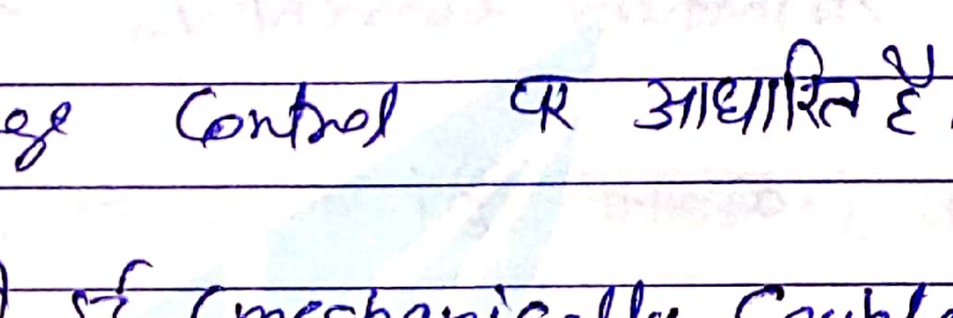
SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date .....

(3) Series Parallel Control or Voltage Control



चाल नियंत्रण की यह विधि Voltage Control पर आधारित है। इस विधि में यांत्रिक रूप से परस्पर जुड़ी हुई (mechanically Coupled), दो या दो से अधिक D.C series motors use में लायी जाती है। विभिन्न चाल से कम चाल प्राप्त करने के लिए Motors को Series में तथा अधिक चाल प्राप्त करने के लिए उन्हें Parallel में जोड़ना चाहिए।



* Characteristic of D.C. Motors:

- Torque Armature Current Chara.
- Speed Armature Current Chara
- Speed torque Ch

(a) Torque Armature Current Characteristic: वह Characteristic Curve, जो यांत्रिक बलाघूर्ण T तथा Armature Current I_a में संबंध व्यक्त करता है। Torque Armature Current Chara. कहते हैं।

SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date .....

(b) Speed Torque Chara.: वह Chara. Curve, जो Motor की चाल Net

यान्त्रिक बलाघूर्ण T में Relation बताता है, Speed Torque Chara. कहलाता

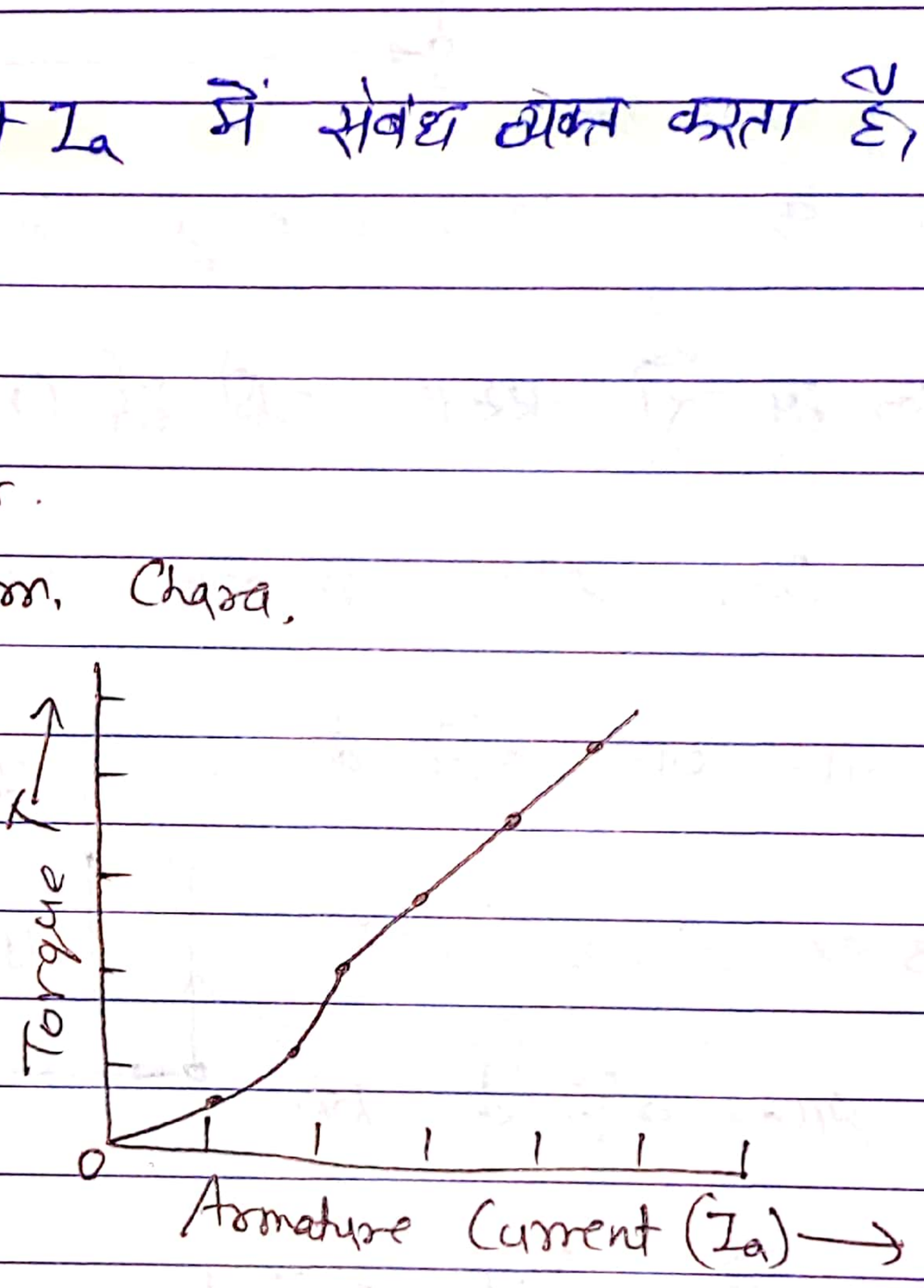
(c) Speed Armature Current Chara.: वह Chara. Curve, जो Motor की चाल

तथा Armature Current I_a में संबंध व्यक्त करता है, Speed Arm. Curr.

Chara. कहलाता है।

* Chara. of Series Motor.

(a) Torque Arm. Curr. Chara.



चूँकि बलाघूर्ण, $T \propto \phi I_a$ (सभी DC. Motors में) तथा Series Motor में

Armature तथा Field Current समान होती है, इसलिये संतृप्त बिंदु तक

$I_a \propto \phi$ तथा संतृप्त बिंदु के बाद ϕ स्थिर हो जाता है। इस प्रकार

संतृप्त बिंदु तक $T \propto I_a^2$ तथा उसके बाद $T \propto I_a$। अतः संतृप्त

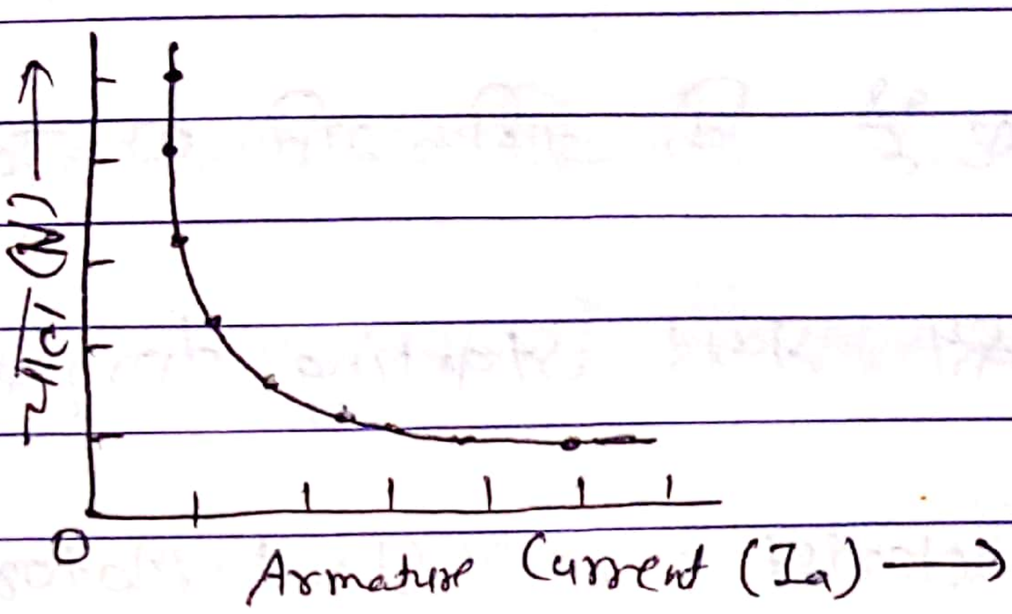
बिंदु तक यह Curve (a) parabolic तथा उसके बाद एक सरल रेखा के रूप

में होता है।

SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

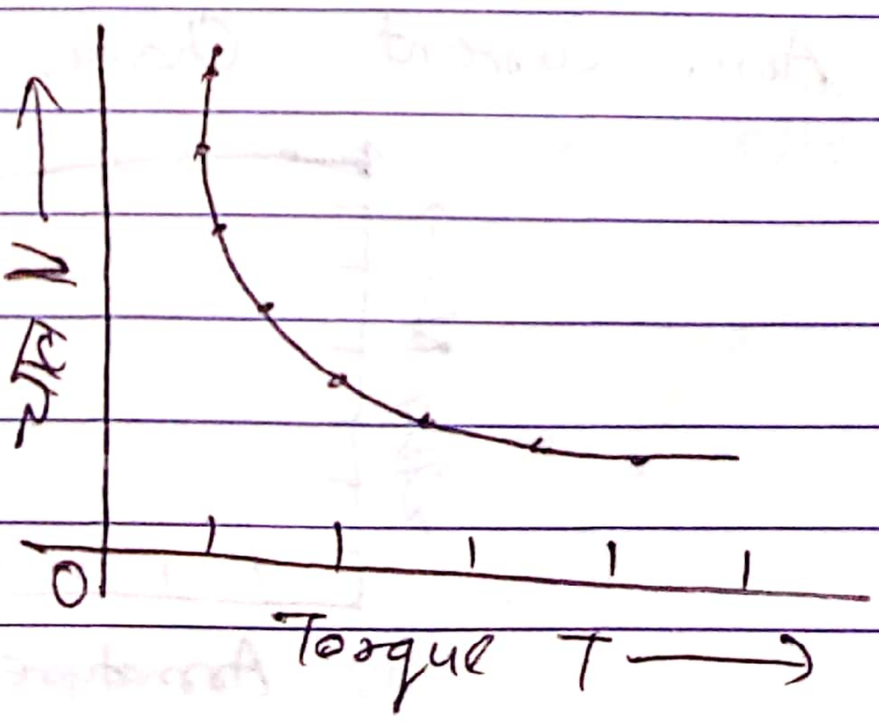
Date ....

(b) Speed Armature Curr. Chara.



चूँकि $N \propto (E_b/\phi)$ Arma. Curr. के प्रभाव के कारण E_b पर तो थोड़ा सा प्रभाव पड़ता है, परन्तु इसका प्रभाव flux ϕ पर अधिक पड़ता है; क्योंकि $I_a = I_s$ । इसलिये Series Motor में $\phi \propto I_a$ अतः $N \propto E_b/I_a$, इस प्रकार N तथा I_a में खींचा गया Curve एक rectangular hyperbola के रूप मे वक्र प्राप्त होता है। Graph (Curve) से स्पष्ट है कि I_a का मान बहुत कम होने पर N का मान बहुत ही अधिक होगा। यही कारण है कि D.C. Series Motor को कभी भी शून्य कार्यभार या कम भार पर नहीं चलाना चाहिए

(c) Speed Torque Chara.



SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

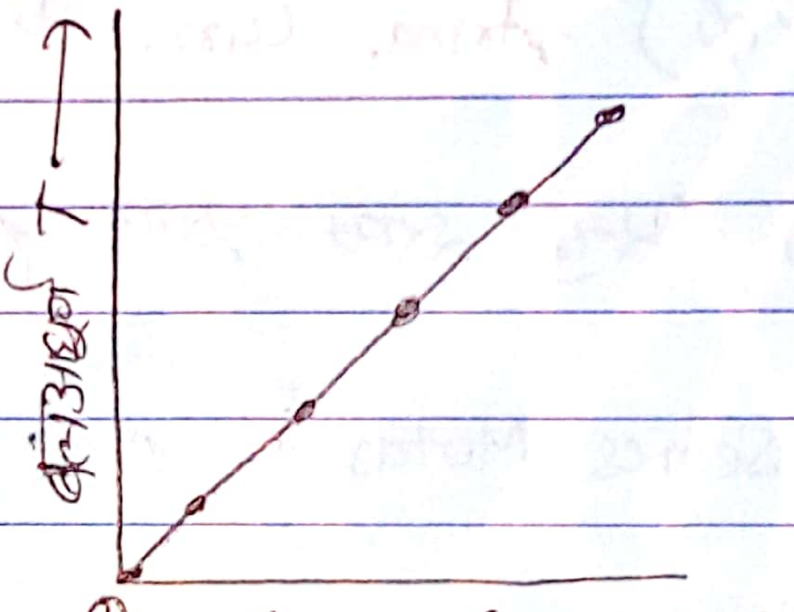
Date ....

चूँकि $T \propto \phi I_a$ तथा $N \propto (E_b/\phi) \propto (E_b/I_a)$ या $T \propto (E_b/N)$।

अतः स्पष्ट है कि अधिक गति पर Torque कम तथा कम गति पर अधिक होगा। इस प्रकार Starting torque काफी अधिक होता है।

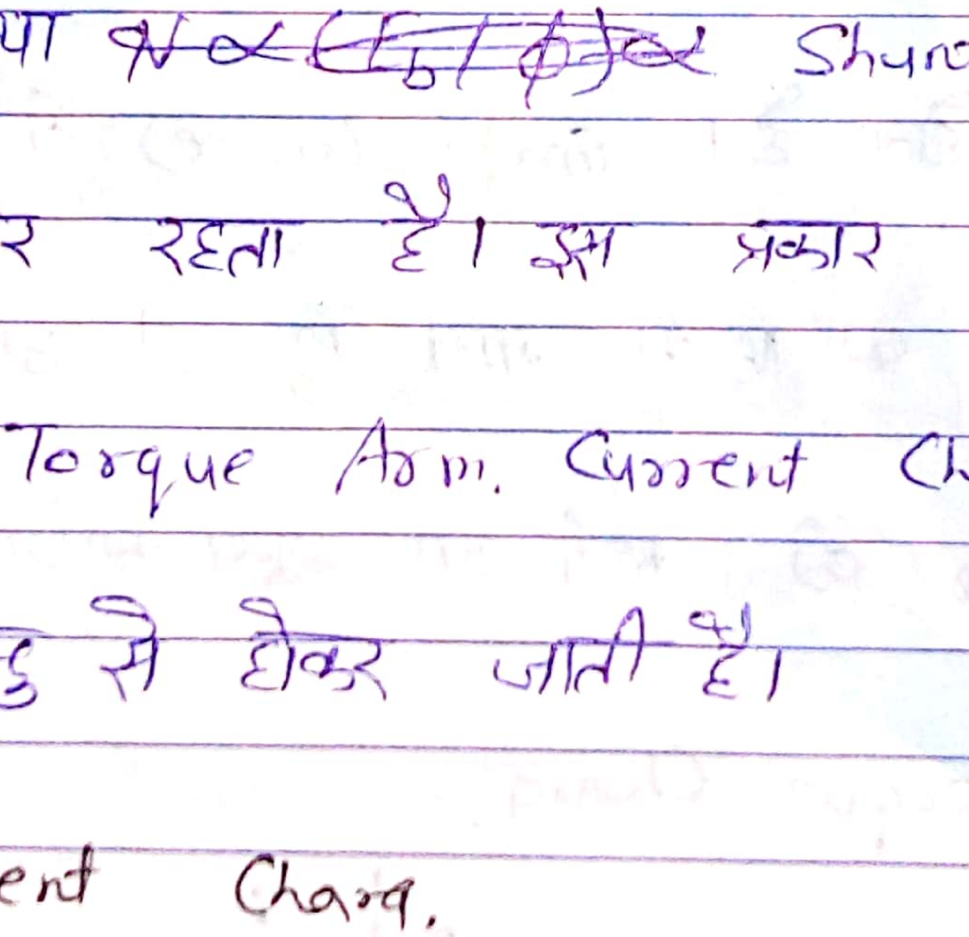
* Characteristics of D.C. Shunt Motor –

(a) Torque Arm. Curr. Chara



चूँकि $T \propto \phi I_a$ तथा ~~$N \propto (E_b/\phi)$~~ Shunt Motor के लिए ϕ का मान स्थिर रहता है। इस प्रकार $T \propto I_a$। अतः Shunt Motor का Torque Arm. Current Chara. एक सरल रेखा होती है जो मूल बिन्दु से होकर जाती है।

(b) Speed Arm. Current Chara.

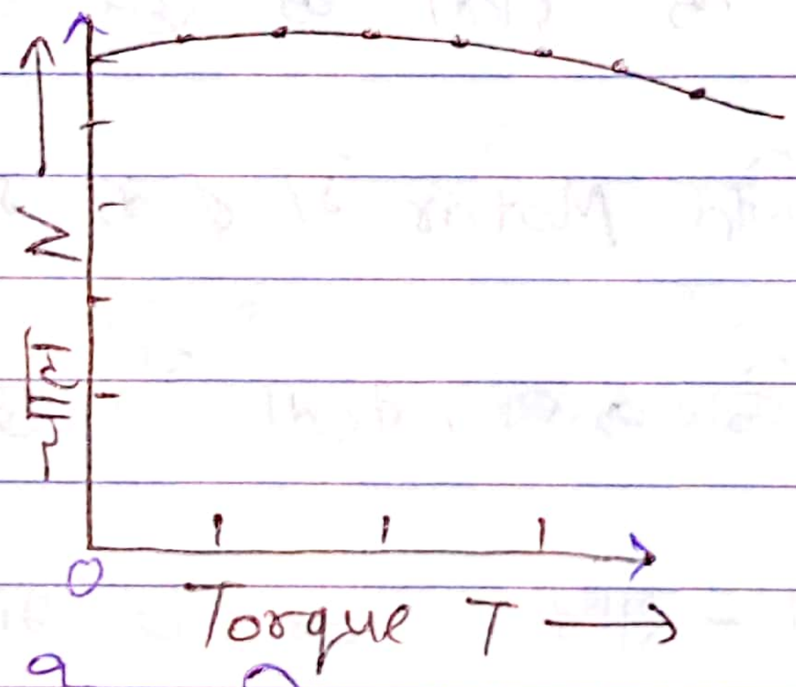


SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date .....

चूँकि चाल, $N \propto (E_b / \phi)$ तथा Shunt Motar में ϕ का मान स्थिर रहता है। इस प्रकार $N \propto E_b \propto (V - I_a R_a)$। यदि Arm. Current का मान बढ़े, तो E_b का मान धीरे-धीरे कम होता है और Motar की चाल भी धीरे-धीरे कम होती है। परन्तु Shunt Motar में चाल में यह कमी, शून्य कार्यभार से लेकर पूर्ण कार्यभार तक बहुत कम होती है।

(c) Speed Torque Chara.



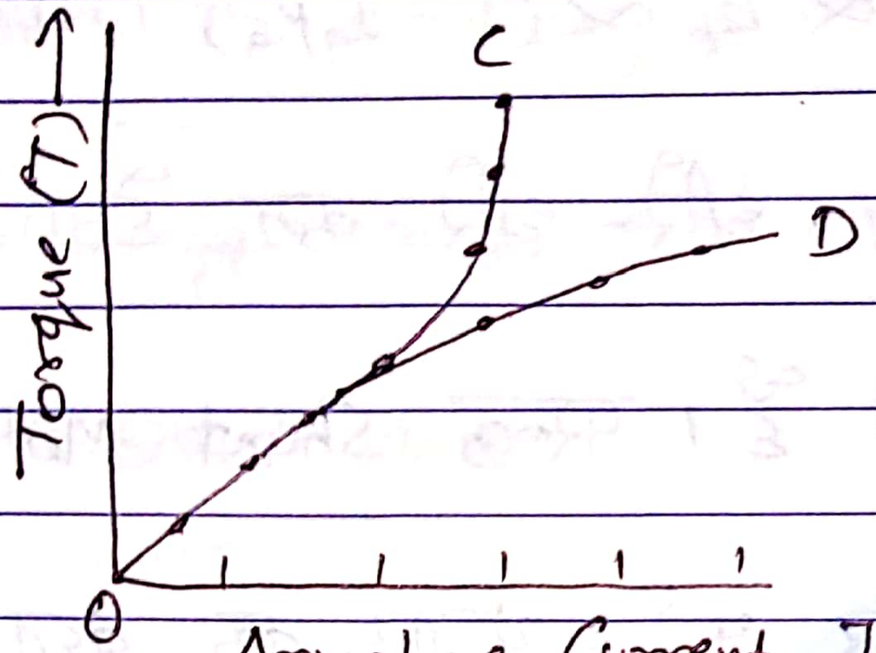
चूँकि Shunt Motar के लिए $T \propto I_a$ तथा $N \propto E_b, \propto (V - I_a R_a)$ अतः ज्यों-ज्यों Motar में Torque का मान बढ़ता है, Armature Current का मान भी बढ़ता है; जिसके फलस्वरूप E_b का मान कम होने से Motar की चाल भी धीरे-धीरे कम होती है।

SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date ....

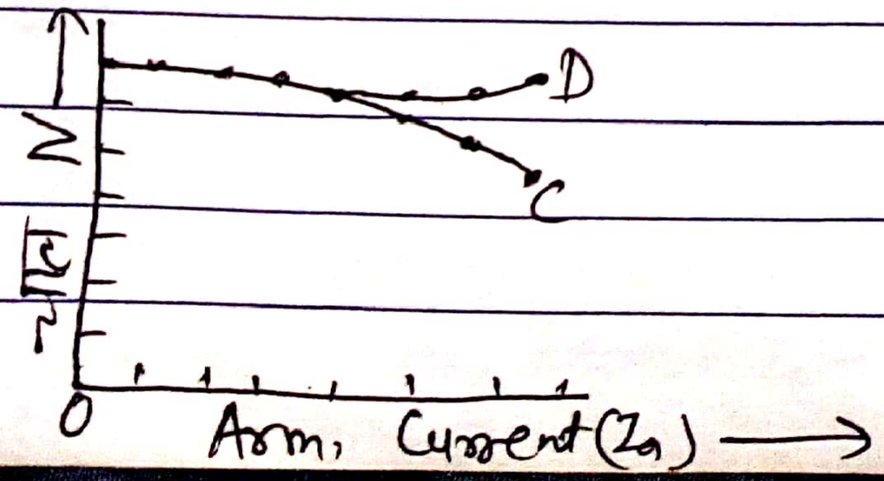
* Chara. of Compound Motors

(a) Torque Armature Current Chara.



चूँकि Torque $T \propto \phi I_a$ और Motor में Series तथा Shunt दोनों ही प्रकार के क्षेत्रों के रहने के कारण, I_a का मान बढ़ने पर, समवेत संयोजित Motor में ϕ का मान भी, Series field coil के क्षेत्रीय प्रभाव के कारण, बढ़ता है। अत: Armature Current के बढ़ने के साथ-साथ Torque भी बढ़ता है। जो Curve में C द्वारा दिखाया गया है। परन्तु व्यवकलीय Motor में I_a का मान बढ़ने के साथ ही ϕ का मान कम हो जाता है अत: Torque भी कम बढ़ता है।

(b) Speed Arm. Current Chara.



SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date ....

चूँकि चाल, $N \propto (E_b / \phi)$ और दोनों क्षेत्रों के प्रभाव से युक्त इस Motor में E_b की अपेक्षा ϕ अधिक प्रभावशाली राशि है। समवेत संयोजित Motor में Armature Current I_a का मान बढ़ने पर ϕ का मान बढ़ने से चाल में कुछ कमी आ जाती है जो Curve में C से दिखाया गया है। परन्तु व्यवकलीय Compound Motor में Arm. Current के बढ़ने पर ϕ का मान कम हो जाने से Motor की चाल कुछ बढ़ जाती है जो Curve में D से दिखाया गया है।

* Uses of D.C. Motors:

ⓐ Series Motor: Series Motor का प्रचालन Torque अत्यधिक होता है। इसकी गति निम्न कार्यभार पर अत्यधिक तथा अतिकार्यभार पर कम होती है, अतः इसका use उन स्थानों पर, जहाँ उच्च Starting torque की आवश्यकता होती है। जैसे - Crain, ट्राम के चालकों, विद्युत रेल इंजनों, विद्युत ठेलों, विद्युत वाहनों आदि में।

ⓑ Shunt Motor: यद्यपि Shunt Motors का Starting Torque series motors की भाँति उच्च नहीं होता, बल्कि न्यून होता है, परन्तु

SKYBOND
SOLUTION FOR BETTER BUILDINGS
Aluminium Composite Panel

Date ....

इनकी गति लगभग स्थिर होती है जिसके कारण यह कॉफी उपयोगी Motor है। इसका उपयोग उस स्थान पर की जाती है जहाँ स्थिर गति की आवश्यकता होती है; जैसे खराद, सेन्ट्रीफ्यूगल तथा रेसीप्रोकेटिंग पम्प, फूँकनी, पंखा, प्रयोगशालाओं के आद्यचालक तथा पिसाई की Machines आदि।

© Compound Motor: चूँकि अवकलीय Compound motor में ऐसा कोई विशेष गुण नहीं होता, जिसका कोई विशेष उपयोग हो सके; अत: ये Machine उपयोगी नहीं है। परन्तु चूँकि समवेत, Compound Motor का Starting torque भी काफी अधिक होता है, साथ ही निम्न कार्यभार पर भी इसकी चाल सीमित रहती है; अत: इनका उपयोग उन स्थानों पर किया जाता है जहाँ पर Machine पर अचानक भारी कार्यभार पड़ता हो, साथ ही उच्च कार्यभार पर कार्य करना पड़ता हो, ~~साथ ही उच्च कार्यभार पर कार्य करना पड़ता हो~~, जैसे- बेलन मिलों (rolling mills), Crains, उत्थालकों, भारी रंधों (heavy planers) आदि में।