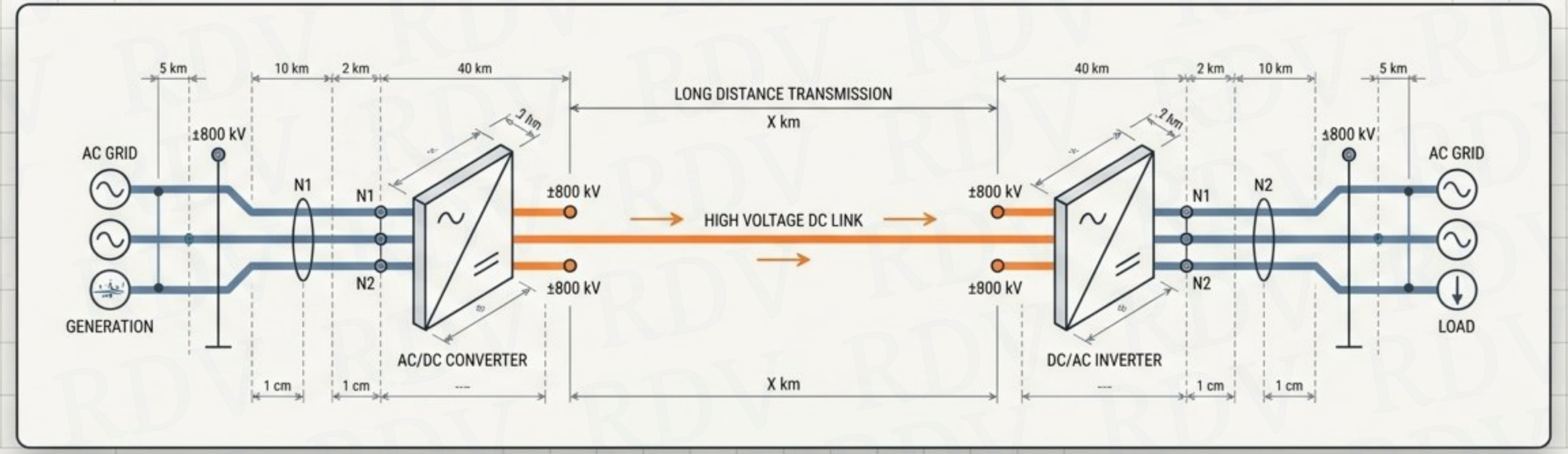
એચવીડીસી (HVDC) સિસ્ટમની રચના: એક ટેકનિકલ માસ્ટરક્લાસ

હાઈ વોલ્ટેજ ડાયરેક્ટ કરંટ કન્વર્ટર સ્ટેશનના 12 મુખ્ય ઘટકોની સંપૂર્ણ સમજૂતી



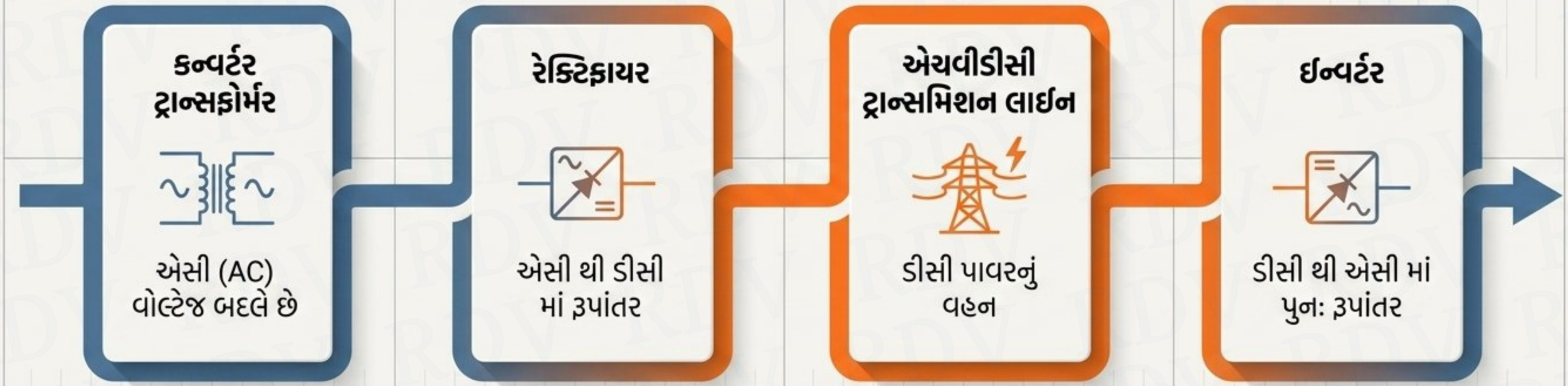
એન્જિનિયરિંગ બ્લુપ્રિન્ટ અને રેફરન્સ ગાઈડ

REV. A - INITIAL DRAFT
DATE: 2024.05.27

Gemini Notebook

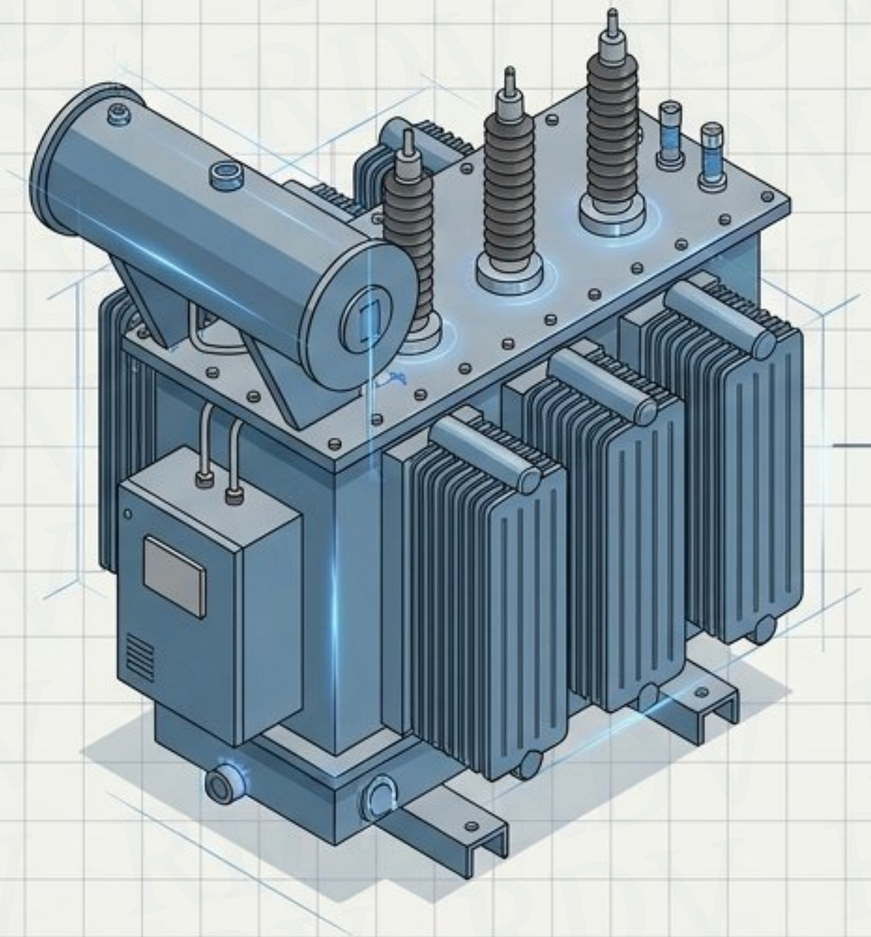
પાવરની યાત્રા: 4 મૂળભૂત સ્તંભો

સંપૂર્ણ સિસ્ટમને સમજતા પહેલા, આ 4 મુખ્ય તબક્કાઓ યાદ રાખો:



Gemini Notebook

1. કન્વર્ટર ટ્રાન્સફોર્મર: એસી ગ્રીડનો પ્રવેશદ્વાર



એસી (AC) સિસ્ટમને કન્વર્ટર સ્ટેશન સાથે જોડે છે.

- વોલ્ટેજ સ્તર બદલે છે
- ઈલેક્ટ્રિકલ આઈસોલેશન (અલગતા) પ્રદાન કરે છે
- યોગ્ય ફેઝ શિફ્ટ આપે છે
- ફોલ્ટ કરંટ (ખામીયુક્ત પ્રવાહ) મર્યાદિત કરે છે
- ઓપરેશન માટે યોગ્ય ઈમ્પીડેન્સ આપે છે

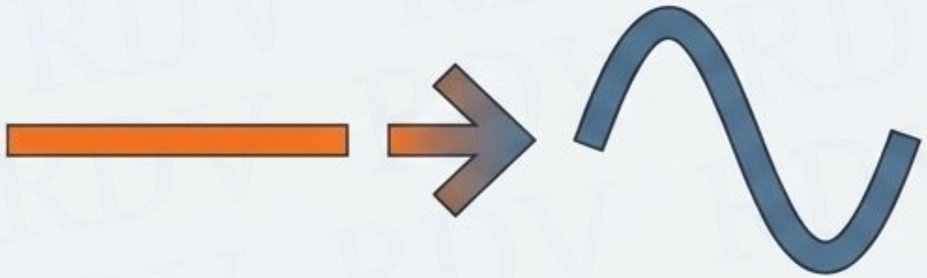
Gemini Notebook

2 & 3. કન્વર્ઝન બ્રિજ: રેક્ટિટેફાયર અને ઈન્વર્ટર

રેક્ટિફાયર

- સ્થાન: સેન્ડિંગ એન્ડ
- મુખ્ય કાર્ય: એસી પાવરને ડીસી પાવરમાં ફેરવવું
- ઉદ્દેશ્ય: લાંબા અંતરના ટ્રાન્સમિશન માટે પાવર તૈયાર કરવો

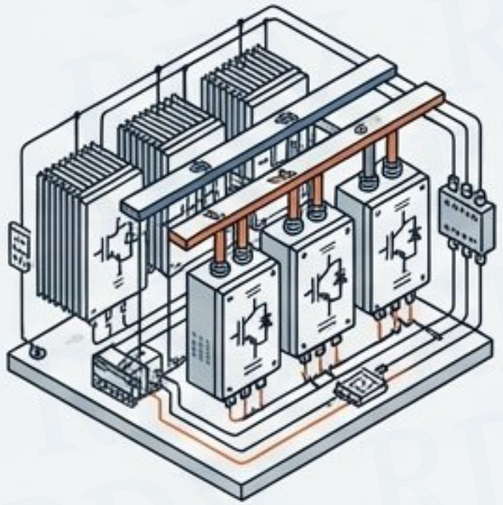
ઈન્વર્ટર



- સ્થાન: રિસીવિંગ એન્ડ
- મુખ્ય કાર્ય: ડીસી પાવરને પાછો એસી પાવરમાં ફેરવવો
- ઉદ્દેશ્ય: ગ્રાહકોના એસી નેટવર્કમાં પાવર સપ્લાય કરવો

Gemini Notebook

4. કન્વર્ટર વાલ્વ અને 5. કૂલિંગ સિસ્ટમ: સિસ્ટમનું હૃદય



કન્વર્ટર વાલ્વ

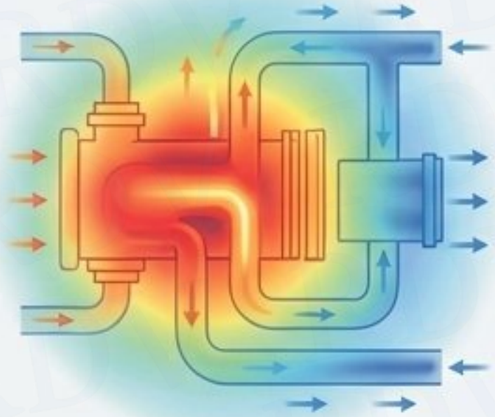
કાર્ય: મુખ્ય પાવર-ઈલેક્ટ્રોનિક સ્વિચિંગ તત્વો જે વાસ્તવિક AC/DC રૂપાંતર કરે છે.

LCC-HVDC સિસ્ટમ

પરંપરાગત સિસ્ટમ જેમાં થાઈરિસ્ટર્સ (Thyristors) નો ઉપયોગ થાય છે.

VSC-HVDC સિસ્ટમ

આધુનિક સિસ્ટમ જેમાં IGBT જેવા કંટ્રોલેબલ સેમિકન્ડક્ટર સ્વિચનો ઉપયોગ થાય છે.



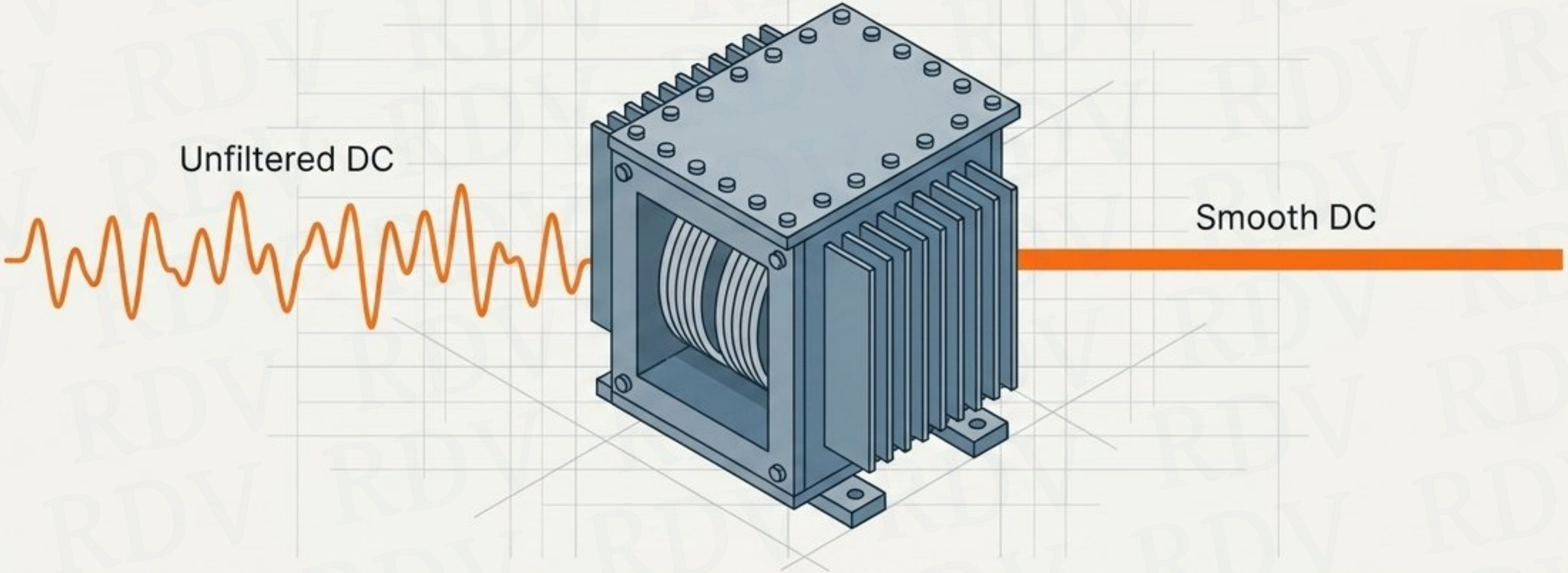
કૂલિંગ સિસ્ટમ

કાર્ય: પાવર ઈલેક્ટ્રોનિક્સ દ્વારા ઉત્પન્ન થતી ગરમી દૂર કરે છે.

પદ્ધતિઓ:
વોટર-બેઝડ (પાણી), એર-કૂલિંગ (હવા), અથવા અન્ય વિશિષ્ટ વ્યવસ્થા.

Gemini Notebook

6. સ્મૂથિંગ રિએક્ટર: ડીસી પ્રવાહનું શુદ્ધિકરણ



Concept tag

ડીસી સર્કિટ સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલું છે. ખાસ કરીને LCC-HVDC માં મહત્વપૂર્ણ.

Functions

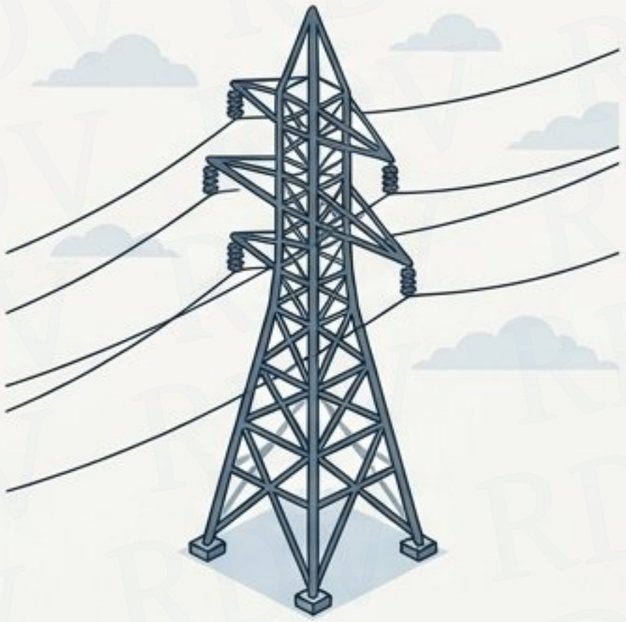
- ડીસી પ્રવાહમાં રિપલ (ripple) ઘટાડે છે.
- ફોલ્ટ કરંટના વધારાના દરને કંટ્રોલ કરે છે.
- પ્રવાહમાં થતા ઝડપી ફેરફારોને મર્યાદિત કરે છે.
- કન્વર્ટરની ઓપરેટિંગ લાક્ષણિકતાઓમાં સુધારો કરે છે.

Gemini Notebook

7. એચવીડીસી (HVDC) ટ્રાન્સમિશન લાઈન

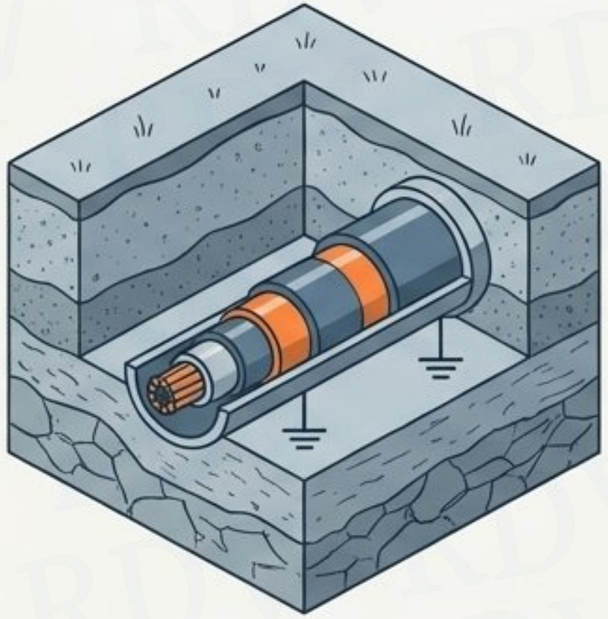
સેન્ડિંગ કન્વર્ટર સ્ટેશનથી રિસીવિંગ સ્ટેશન સુધી પાવરનું વહન.

ઓવરહેડ ટ્રાન્સમિશન લાઈન



જમીન ઉપરના ટાવર્સ દ્વારા.

અંડરગ્રાઉન્ડ કેબલ



લાંબા અંતર માટે જમીનની અંદર.

સબમરીન કેબલ

દરિયાની અંદરથી પાવર મોકલવા માટે અત્યંત આકર્ષક અને ઉપયોગી.

Gemini Notebook

8 & 9. પ્યુરિફાયર્સ: એસી (AC) વિરુદ્ધ ડીસી (DC) ફિલ્ટર્સ

પાવર ઈલેક્ટ્રોનિક કન્વર્ટર્સ હાર્મોનિક્સ (અનિચ્છનીય ફ્રીક્વન્સી) પેદા કરે છે. ફિલ્ટર્સ તેને દૂર કરે છે.

ફિલ્ટરનો પ્રકાર	એસી ફિલ્ટર્સ	ડીસી ફિલ્ટર્સ
સ્થાન	એસી (AC) બાજુ પર	ડીસી (DC) બાજુ પર
મુખ્ય કાર્ય	અનિચ્છનીય હાર્મોનિક કરંટ અને વોલ્ટેજ ઘટાડવા.	ડીસી બાજુના હાર્મોનિક ઘટકો ઘટાડવા.
વિશેષ લાભ	પરંપરાગત LCC સિસ્ટમમાં રિએક્ટિવ પાવર પૂરો પાડે છે.	ડીસી પ્રવાહની ગુણવત્તા સુધારે છે અને કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમમાં ખલેલ અટકાવે છે.

Gemini Notebook

10 & 11. ગ્રીડ ડિફેન્સ: સર્જ એરેસ્ટર્સ અને ડીસી સ્વિચગિયર

સર્જ એરેસ્ટર્સ

રક્ષણ

ટ્રાન્સફોર્મર અને વાલ્વ જેવા મોંઘા ઉપકરણોને અચાનક આવતા ઓવરવોલ્ટેજથી બચાવે છે.

કારણો

વીજળી પડવી, સ્વિચિંગ કામગીરી, ફોલ્ટ અથવા અન્ય અસ્થાયી ઘટનાઓ.

ડીસી સ્વિચગિયર

ઉપયોગ

આઇસોલેશન, સ્વિચિંગ, જાળવણી, અને ફોલ્ટ પ્રોટેક્શન.

એક મોટો પડકાર

ડીસી પ્રવાહ કુદરતી રીતે શૂન્ય (zero) પર આવતો ન હોવાથી, એસી (AC) ની સરખામણીમાં ડીસી ઈન્ટરપ્શન (પ્રવાહ તોડવો) વધુ મુશ્કેલ છે.

Gemini Notebook

12. ધ બ્રેઈન: કંટ્રોલ અને પ્રોટેકશન સિસ્ટમ

સમગ્ર એચવીડીસી લિંકના સંચાલનને મેનેજ કરે છે.

નિયંત્રણ પરિમાણો

- ડીસી વોલ્ટેજ અને ડીસી કરંટ
- એક્ટિવ અને રિએક્ટિવ પાવર
- કન્વર્ટર ફાયરિંગ/કંટ્રોલ સિગ્નલો

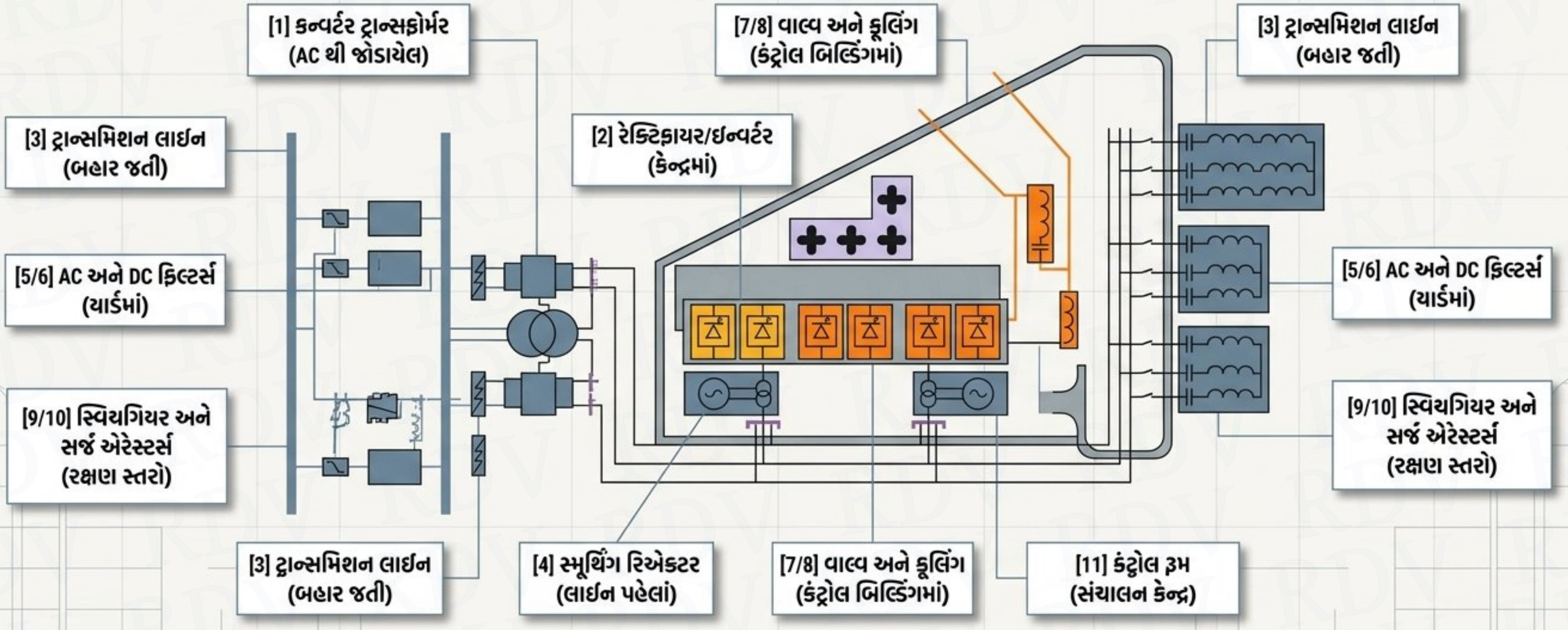
ફોલ્ટ ડિટેકશન

- ડીસી લાઈન અથવા કન્વર્ટર ફોલ્ટ
- ટ્રાન્સફોર્મર ફોલ્ટ અથવા ઓવરકરંટ
- ઓવરવોલ્ટેજ અથવા કૂલિંગ સિસ્ટમ બંધ થવી
- વાલ્વ ફોલ્ટ

તરત જ યોગ્ય રક્ષણાત્મક પગલાં લે છે.

Gemini Notebook

માસ્ટર સિસ્ટમ બ્લુપ્રિન્ટ: સંપૂર્ણ કન્વર્ટર સ્ટેશન



પ્રાથમિક પ્રવાહ અને સહાયક સિસ્ટમ્સ એક જ જીવંત માળખા તરીકે કામ કરે છે.

Gemini Notebook

અંતિમ સારાંશ: બે એચવીડીસી (HVDC) ટેકનોલોજી પેરાડાઈમ્સ

LCC (Line-Commutated Converters)

- પરંપરાગત અને વ્યાપકપણે વપરાતી ટેકનોલોજી.
- સ્વિચિંગ તત્વ: થાઈરિસ્ટર્સ (Thyristors).
- સ્મૂથિંગ રિએક્ટર અને રિએક્ટિવ પાવર માટે AC ફિલ્ટર્સ પર વધુ આધાર રાખે છે.

VSC (Voltage Source Converters)

- આધુનિક અને લવચીક ટેકનોલોજી.
- સ્વિચિંગ તત્વ: IGBTs જેવા કંટ્રોલેબલ સેમિકન્ડક્ટર.
- ભવિષ્યના સ્માર્ટ ગ્રીડ અને રિન્યુએબલ એનર્જી ઈન્ટિગ્રેશન માટે વધુ અનુકૂળ.

Gemini Notebook