

# Workshop 2 – Part 2

## Monday 12.10.2020 – Friday 16.10.2020

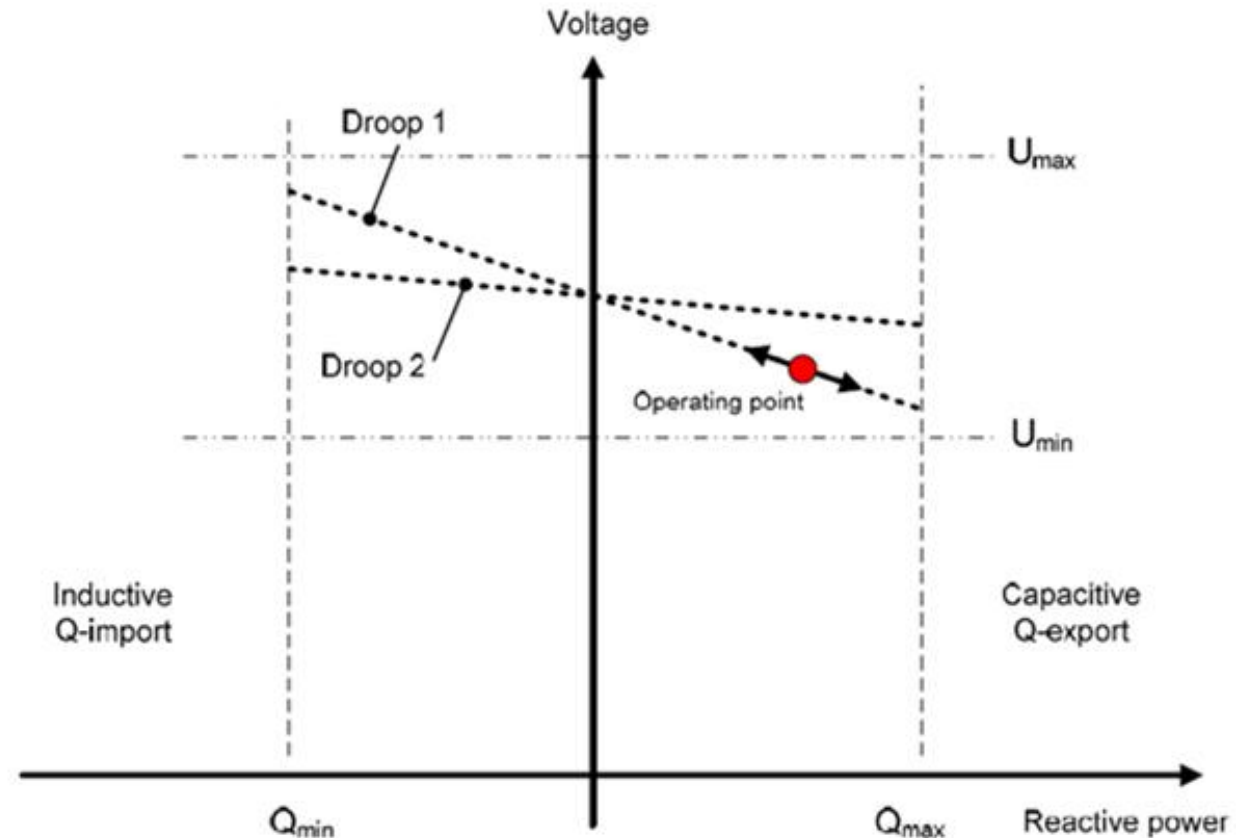
- Session 4
  - Mitigation possibilities for power quality and operational issues in relation to RE integration in distribution networks (part 3)
    - Voltage unbalance and traction with its impact on RE generation
- Session 5
  - Inputs to system operating guidelines (part 1)
    - Changing reactive power control modes
    - Operating RE generators during n-1 conditions
    - Curtailment of RE generators due to high frequency
    - Impact of day-ahead power forecasts at DSO level
- Session 6
  - Inputs to system operating guidelines (part 2)
    - Changing reactive power control modes
    - Operating RE generators during n-1 conditions
    - Curtailment of RE generators due to high frequency
    - Impact of day-ahead power forecasts at DSO level

Pre-recorded sessions released on Monday 12.10.2020

QA session: Monday 19.10.2020

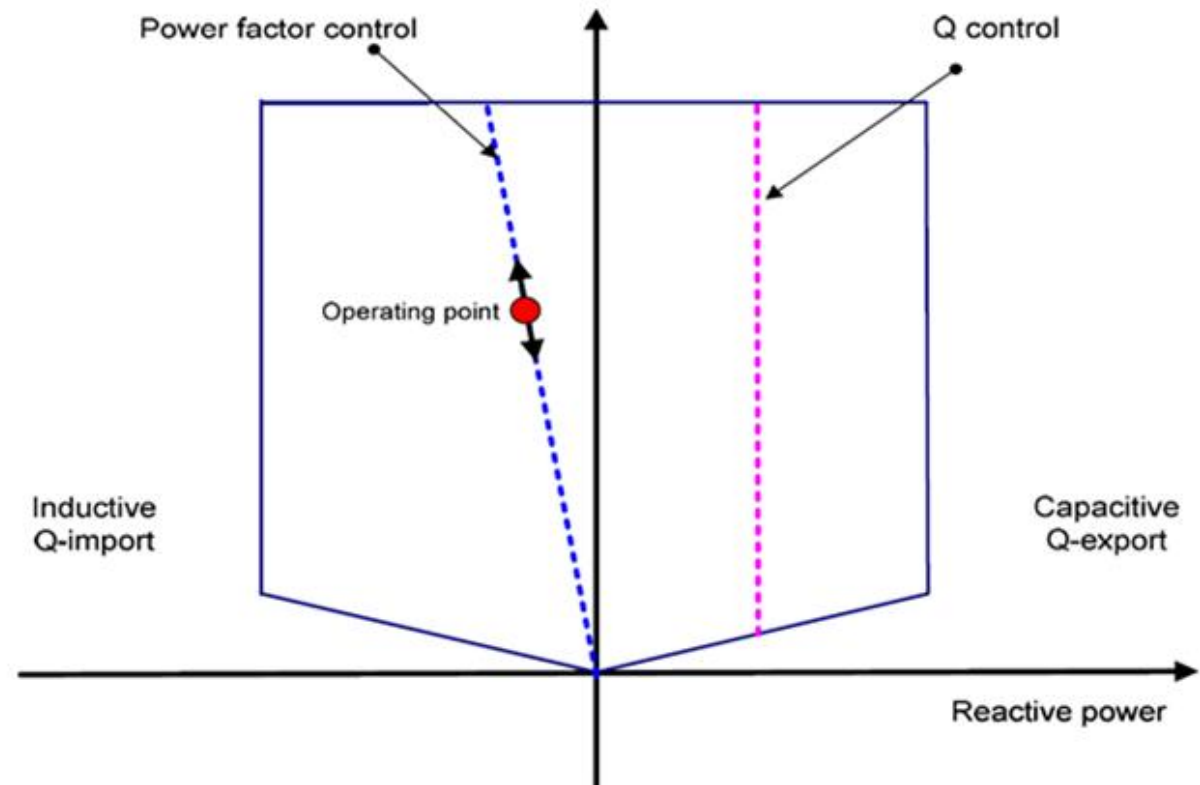
# Voltage control

- Keeps the voltage with the droop setting.
- Voltage control is a control function controlling the voltage at the POC.
- Droop/on slope of 4 % means
  - Voltage drop of 4% before full Q-export
  - or, Voltage rise of 4% before full Q-import



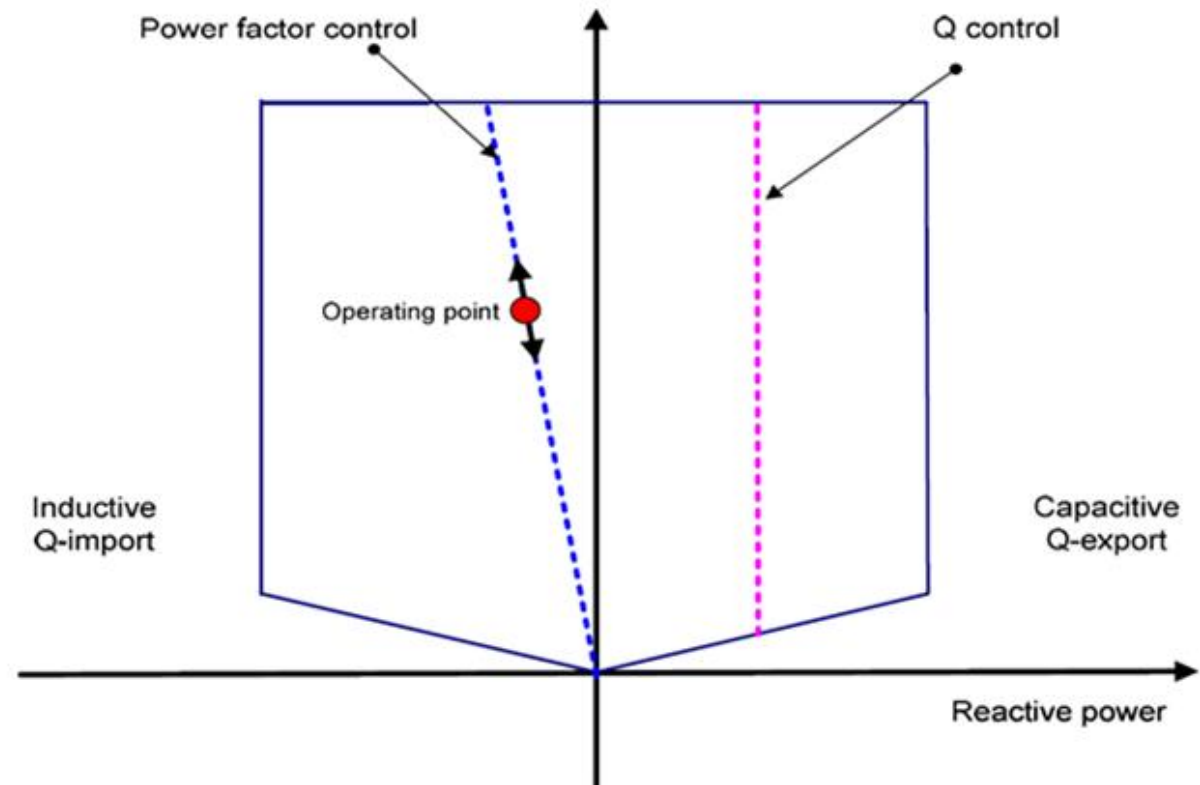
# Power Factor control

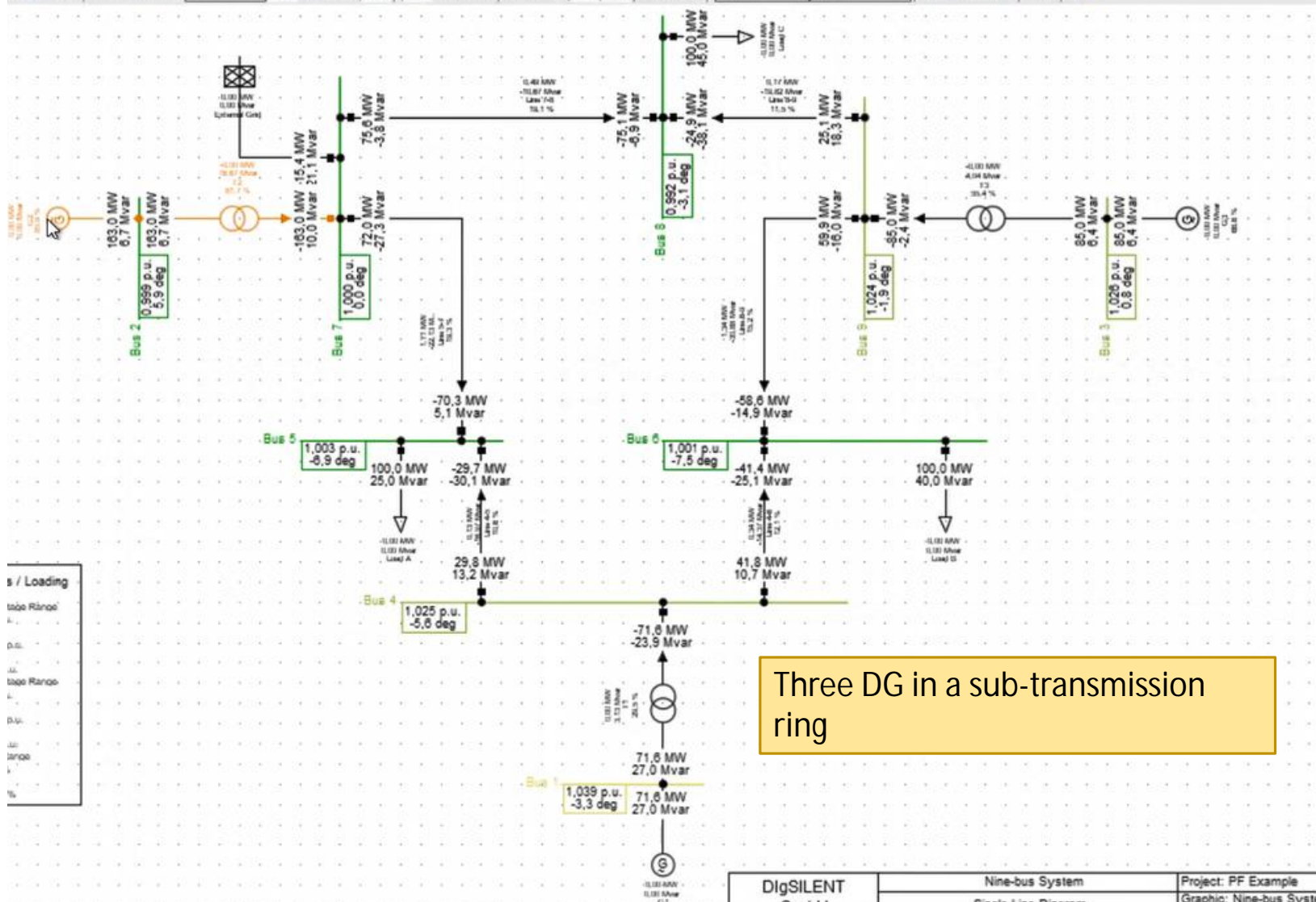
- Keeps the power factor constant
- Power Factor Control is a control function controlling the reactive power proportionally to the active power at the POC.
- This is illustrated in the figure by a line with a constant gradient.



# Constant Q control

- Keeps the reactive power (MVAR) constant
- Q control is a control function controlling the reactive power supply and absorption at the POC independently of the active power and the voltage.
- This control function is illustrated in the figure as a vertical line.





Three DG in a sub-transmission ring



Synchronous Machine - Nine-bus System\G2.ElmSym

Basic Data

Description

Load Flow

Short-Circuit VDE/IEC

Short-Circuit Complete

Short-Circuit ANSI

Short-Circuit IEC 61363

Short-Circuit DC

Simulation RMS

Simulation EMT

Protection

Power Quality/Harmonics

Reliability

Generation Adequacy

Hosting Capacity Analysis

Optimal Power Flow

Unit Commitment

State Estimation

General

Operational Limits

Advanced

Automatic Dispatch

☐ Spinning if circuit-breaker is open

☐ Reference Machine

☐ Out of service when active power is zero

Local Controller: Const. Q

External Secondary Controller: ...

External Station Controller: ...

Dispatch

Input Mode: Default

Active Power: 163, MW

Reactive Power: 6,7 Mvar

Voltage: 1,025 p.u.

Angle: 0, deg

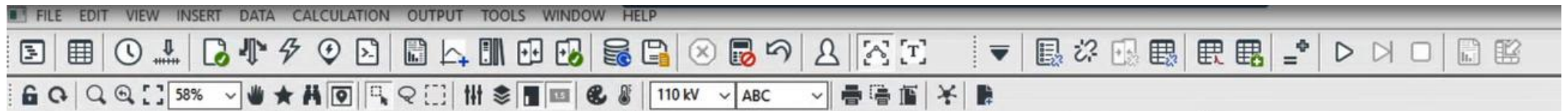
Prim. Frequency Bias: 0, MW/Hz

Actual Dispatch

Active Power (act.)	163, MW
Reactive Power (act.)	6,7 Mvar
Apparent Power (act.)	163,1376 MVA
Power Factor (act.)	0,9991563 ind.

Two of the DG in Constant Q mode





**Synchronous Machine - Nine-bus System\G3.ElmSym**

**Basic Data**

Description

**Load Flow**

Short-Circuit VDE/IEC

Short-Circuit Complete

Short-Circuit ANSI

Short-Circuit IEC 61363

Short-Circuit DC

Simulation RMS

Simulation EMT

Protection

Power Quality/Harmonics

Reliability

Generation Adequacy

Hosting Capacity Analysis

Optimal Power Flow

Unit Commitment

State Estimation

**General** | Operational Limits | Advanced | Automatic Dispatch

☐ Spinning if circuit-breaker is open

☐ Reference Machine

☐ Out of service when active power is zero

External Secondary Controller: [v] [r] ...

External Station Controller: [v] [r] ...

Local Controller: **Voltage Q-Droop**

**Dispatch**

Input Mode: Default

Active Power: 85 MW

Reactive Power: 10,9 Mvar

Voltage: 1,025 p.u.

Angle: 0 deg

Prim. Frequency Bias: 0 MW/Hz

**Voltage Droop**

Droop: 4 %

Voltage Setpoint Limits

Min. Voltage Setpoint: 0,9 p.u. Max. Voltage Setpoint: 1,1 p.u.

**Actual Dispatch**

Active Power (act.)	85, MW
Reactive Power (act.)	10,9 Mvar
Apparent Power (act.)	85,69603 MVA
Power Factor (act.)	0,9918779 ind.

OK

Cancel

Figure >>

Jump to ...

The third DG in Voltage control mode



### Synchronous Machine - Nine-bus System\G3.ElmSym

Basic Data

Description

Load Flow

Short-Circuit VDE/IEC

Short-Circuit Complete

Short-Circuit ANSI

Short-Circuit IEC 61363

Short-Circuit DC

Simulation RMS

Simulation EMT

Protection

Power Quality/Harmonics

Reliability

Generation Adequacy

Hosting Capacity Analysis

Optimal Power Flow

Unit Commitment

State Estimation

General | Operational Limits | Advanced | Automatic Dispatch

☐ Spinning if circuit-breaker is open  
☐ Reference Machine  
☐ Out of service when active power is zero

External Secondary Controller

External Station Controller

Local Controller

Voltage Q-Droop

Const. V

Voltage Q-Droop

Voltage Iq-Droop

Const. Q

Q(P)-Characteristic

Const. cosphi

Dispatch

Input Mode

Active Power

Reactive Power

Voltage

Angle

Prim. Frequency Bias

Actual Dispatch

Active Power (act.)

Reactive Power (act.)

Apparent Power (act.)

Power Factor (act.)

Voltage Droop

Droop

Voltage Setpoint Limits

Min. Voltage Setpoint

Max. Voltage Setpoint

OK

Cancel

Figure >>

Jump to ...

The different reactive control modes can be accessed in the drop-down-menu.

Setpoint for the third DG at 1,025 p.u.

is / Loading

Stage	Range
1. p.u.	
2. u.	
Stage Range	
1. p.u.	
2. u.	
Stage Range	
1. p.u.	





### Synchronous Machine - Nine-bus System\G3.Elmsym \*

Basic Data

Description

Load Flow

Short-Circuit VDE/IEC

Short-Circuit Complete

Short-Circuit ANSI

Short-Circuit IEC 61363

Short-Circuit DC

Simulation RMS

Simulation EMT

Protection

Power Quality/Harmonics

Reliability

Generation Adequacy

Hosting Capacity Analysis

Optimal Power Flow

Unit Commitment

State Estimation

General

Operational Limits

Advanced

Automatic Dispatch

**Reactive Power Operational Limits**

Capability Curve

☐ Use limits specified in type

Min.	-0,390625	p.u.	-50,	Mvar	Scaling Factor (min.)	100,	%
Max.	0,390625	p.u.	50,	Mvar	Scaling Factor (max.)	100,	%

**Active Power Operational Limits**

Min.	0,	MW
Max.	9999,	MW
Pn	108,8	MW

**Active Power: Rating**

Max.	108,8	MW
Rating Factor	1,	
Pn	108,8	MW

**Capability Curve**

OK

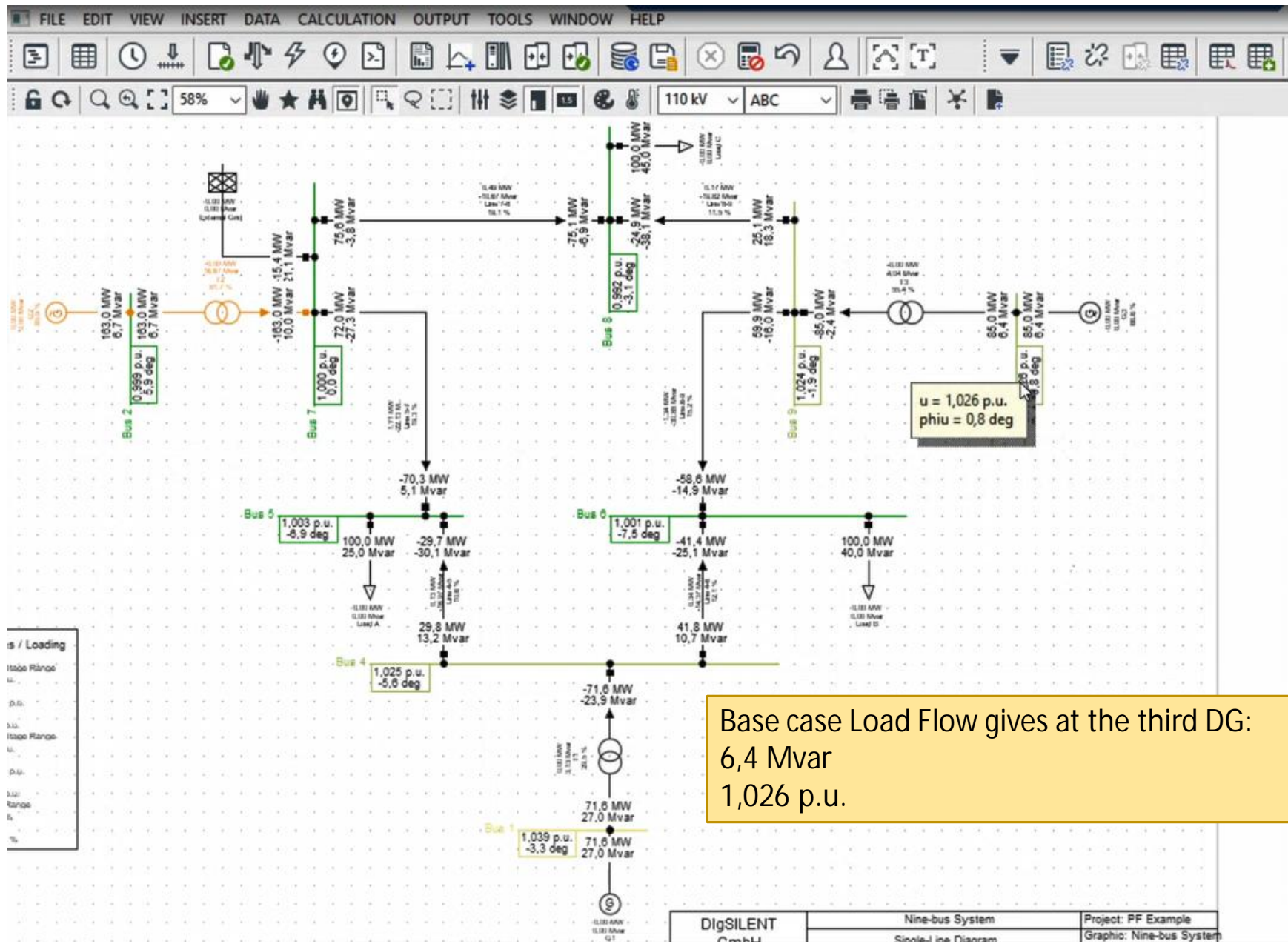
Cancel

Figure >>

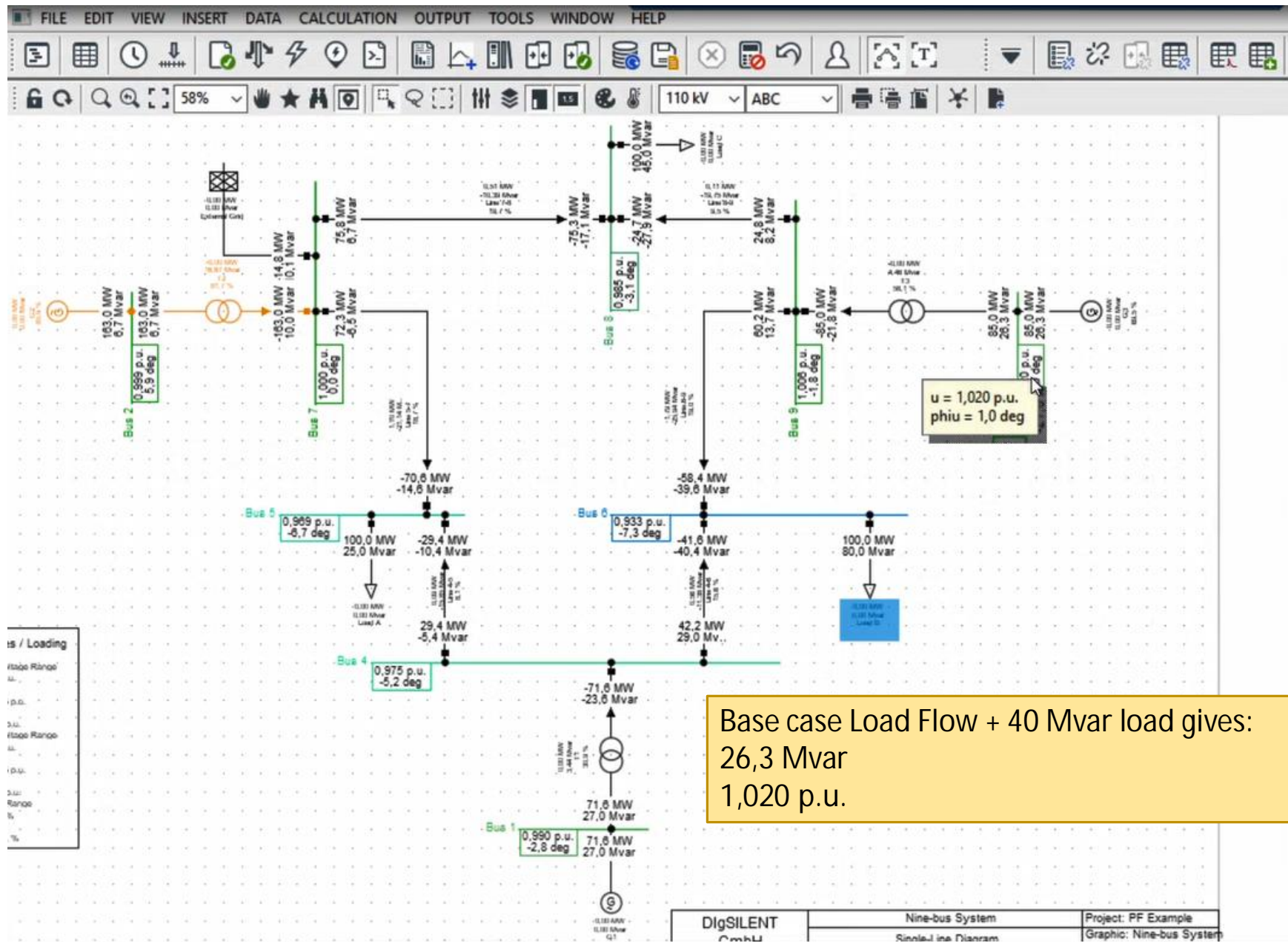
Jump to ...

Operational limits for the third DG set to +/- 50 Mvar

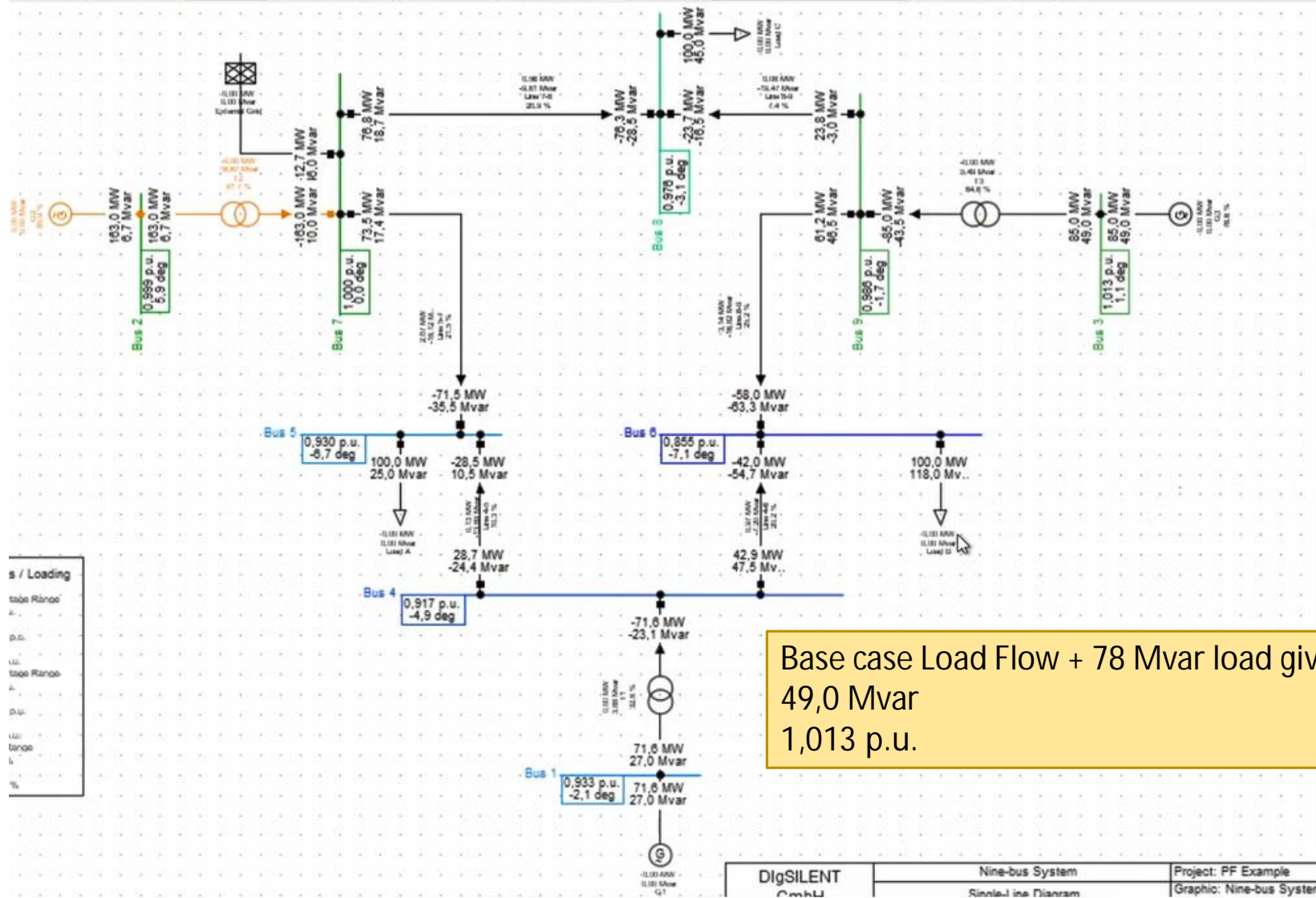


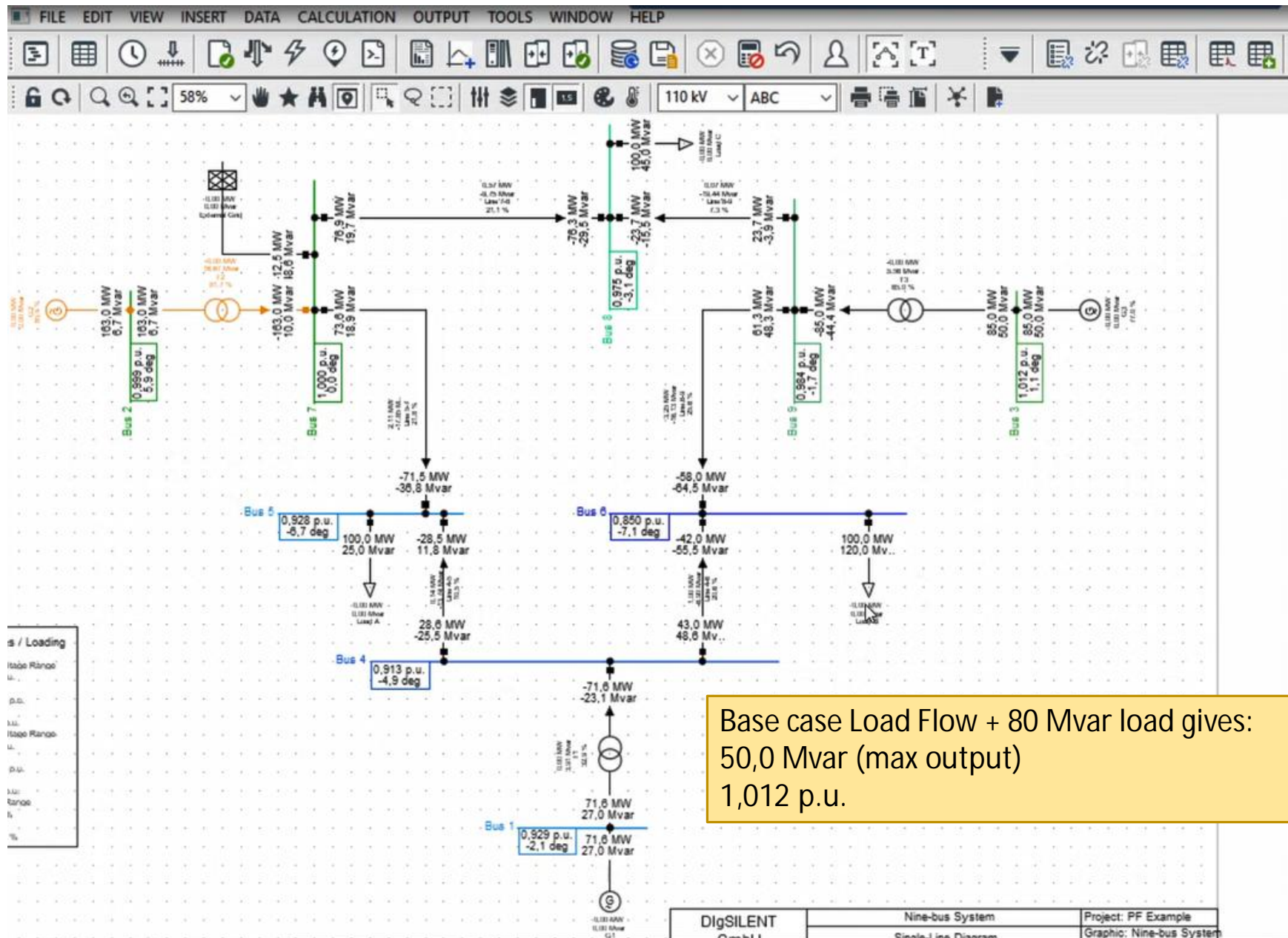


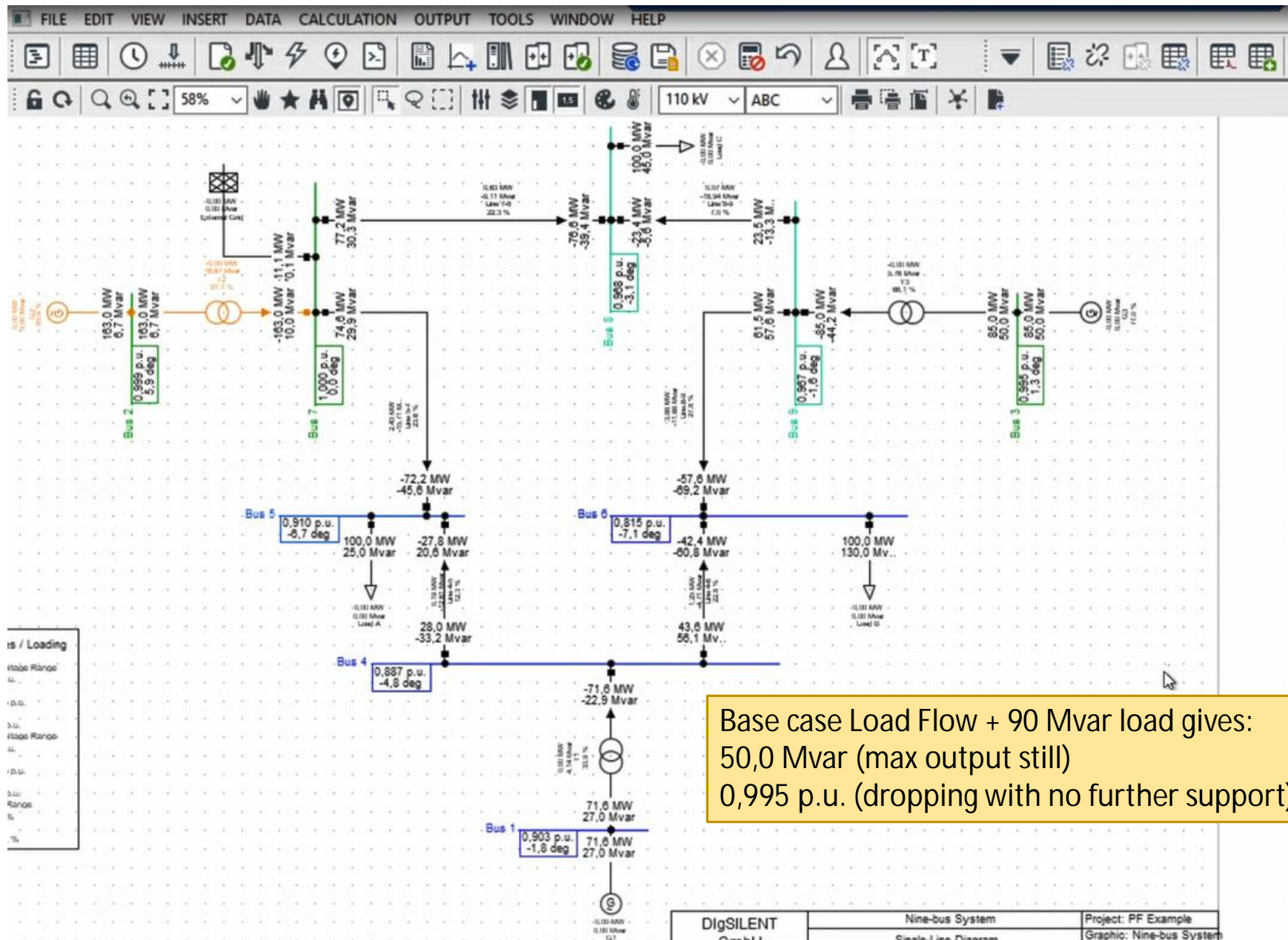




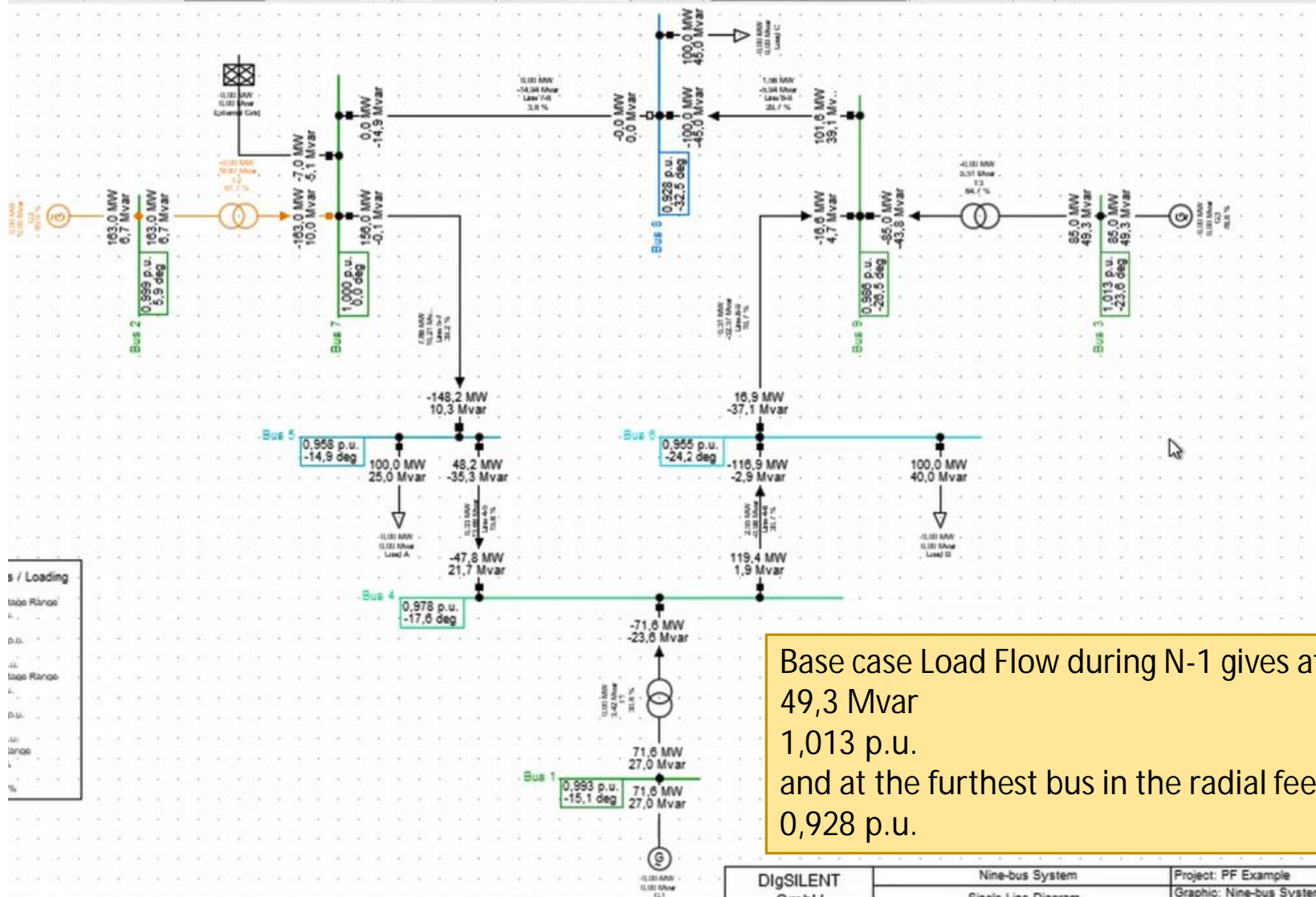












Base case Load Flow during N-1 gives at the third DG:  
 49,3 Mvar  
 1,013 p.u.  
 and at the furthest bus in the radial feed:  
 0,928 p.u.



FILE EDIT VIEW INSERT DATA CALCULATION OUTPUT TOOLS WINDOW HELP

58%

110 kV ABC

Synchronous Machine - Nine-bus System\G3.ElmSym \*

Basic Data  
Description  
Load Flow  
Short-Circuit VDE/IEC  
Short-Circuit Complete  
Short-Circuit ANSI  
Short-Circuit IEC 61363  
Short-Circuit DC  
Simulation RMS  
Simulation EMT  
Protection  
Power Quality/Harmonics  
Reliability  
Generation Adequacy  
Hosting Capacity Analysis  
Optimal Power Flow  
Unit Commitment  
State Estimation

General Operational Limits Advanced Automatic Dispatch

☐ Spinning if circuit-breaker is open  
☐ Reference Machine  
☐ Out of service when active power is zero

Local Controller: Const. Q

External Secondary Controller: ...  
External Station Controller: ...

Dispatch

Input Mode: Default

Active Power: 85, MW  
Reactive Power: 50, Mvar  
Voltage: 1,025 p.u.  
Angle: 0, deg  
Prim. Frequency Bias: 0, MW/Hz

Actual Dispatch

Active Power (act.)	85, MW
Reactive Power (act.)	10,9 Mvar
Apparent Power (act.)	85,69603 MVA
Power Factor (act.)	0,9918779 ind.

OK  
Cancel  
Figure >>  
Jump to ...

es / Loading

Voltage Range

0 p.u.

1 p.u.

2 p.u.

3 p.u.

4 p.u.

5 p.u.

6 p.u.

7 p.u.

8 p.u.

9 p.u.

10 p.u.

11 p.u.

12 p.u.

13 p.u.

14 p.u.

15 p.u.

16 p.u.

17 p.u.

18 p.u.

19 p.u.

20 p.u.

21 p.u.

22 p.u.

23 p.u.

24 p.u.

25 p.u.

26 p.u.

27 p.u.

28 p.u.

29 p.u.

30 p.u.

31 p.u.

32 p.u.

33 p.u.

34 p.u.

35 p.u.

36 p.u.

37 p.u.

38 p.u.

39 p.u.

40 p.u.

41 p.u.

42 p.u.

43 p.u.

44 p.u.

45 p.u.

46 p.u.

47 p.u.

48 p.u.

49 p.u.

50 p.u.

51 p.u.

52 p.u.

53 p.u.

54 p.u.

55 p.u.

56 p.u.

57 p.u.

58 p.u.

59 p.u.

60 p.u.

61 p.u.

62 p.u.

63 p.u.

64 p.u.

65 p.u.

66 p.u.

67 p.u.

68 p.u.

69 p.u.

70 p.u.

71 p.u.

72 p.u.

73 p.u.

74 p.u.

75 p.u.

76 p.u.

77 p.u.

78 p.u.

79 p.u.

80 p.u.

81 p.u.

82 p.u.

83 p.u.

84 p.u.

85 p.u.

86 p.u.

87 p.u.

88 p.u.

89 p.u.

90 p.u.

91 p.u.

92 p.u.

93 p.u.

94 p.u.

95 p.u.

96 p.u.

97 p.u.

98 p.u.

99 p.u.

100 p.u.

101 p.u.

102 p.u.

103 p.u.

104 p.u.

105 p.u.

106 p.u.

107 p.u.

108 p.u.

109 p.u.

110 p.u.

111 p.u.

112 p.u.

113 p.u.

114 p.u.

115 p.u.

116 p.u.

117 p.u.

118 p.u.

119 p.u.

120 p.u.

121 p.u.

122 p.u.

123 p.u.

124 p.u.

125 p.u.

126 p.u.

127 p.u.

128 p.u.

129 p.u.

130 p.u.

131 p.u.

132 p.u.

133 p.u.

134 p.u.

135 p.u.

136 p.u.

137 p.u.

138 p.u.

139 p.u.

140 p.u.

141 p.u.

142 p.u.

143 p.u.

144 p.u.

145 p.u.

146 p.u.

147 p.u.

148 p.u.

149 p.u.

150 p.u.

151 p.u.

152 p.u.

153 p.u.

154 p.u.

155 p.u.

156 p.u.

157 p.u.

158 p.u.

159 p.u.

160 p.u.

161 p.u.

162 p.u.

163 p.u.

164 p.u.

165 p.u.

166 p.u.

167 p.u.

168 p.u.

169 p.u.

170 p.u.

171 p.u.

172 p.u.

173 p.u.

174 p.u.

175 p.u.

176 p.u.

177 p.u.

178 p.u.

179 p.u.

180 p.u.

181 p.u.

182 p.u.

183 p.u.

184 p.u.

185 p.u.

186 p.u.

187 p.u.

188 p.u.

189 p.u.

190 p.u.

191 p.u.

192 p.u.

193 p.u.

194 p.u.

195 p.u.

196 p.u.

197 p.u.

198 p.u.

199 p.u.

200 p.u.

201 p.u.

202 p.u.

203 p.u.

204 p.u.

205 p.u.

206 p.u.

207 p.u.

208 p.u.

209 p.u.

210 p.u.

211 p.u.

212 p.u.

213 p.u.

214 p.u.

215 p.u.

216 p.u.

217 p.u.

218 p.u.

219 p.u.

220 p.u.

221 p.u.

222 p.u.

223 p.u.

224 p.u.

225 p.u.

226 p.u.

227 p.u.

228 p.u.

229 p.u.

230 p.u.

231 p.u.

232 p.u.

233 p.u.

234 p.u.

235 p.u.

236 p.u.

237 p.u.

238 p.u.

239 p.u.

240 p.u.

241 p.u.

242 p.u.

243 p.u.

244 p.u.

245 p.u.

246 p.u.

247 p.u.

248 p.u.

249 p.u.

250 p.u.

251 p.u.

252 p.u.

253 p.u.

254 p.u.

255 p.u.

256 p.u.

257 p.u.

258 p.u.

259 p.u.

260 p.u.

261 p.u.

262 p.u.

263 p.u.

264 p.u.

265 p.u.

266 p.u.

267 p.u.

268 p.u.

269 p.u.

270 p.u.

271 p.u.

272 p.u.

273 p.u.

274 p.u.

275 p.u.

276 p.u.

277 p.u.

278 p.u.

279 p.u.

280 p.u.

281 p.u.

282 p.u.

283 p.u.

284 p.u.

285 p.u.

286 p.u.

287 p.u.

288 p.u.

289 p.u.

290 p.u.

291 p.u.

292 p.u.

293 p.u.

294 p.u.

295 p.u.

296 p.u.

297 p.u.

298 p.u.

299 p.u.

300 p.u.

301 p.u.

302 p.u.

303 p.u.

304 p.u.

305 p.u.

306 p.u.

307 p.u.

308 p.u.

309 p.u.

310 p.u.

311 p.u.

312 p.u.

313 p.u.

314 p.u.

315 p.u.

316 p.u.

317 p.u.

318 p.u.

319 p.u.

320 p.u.

321 p.u.

322 p.u.

323 p.u.

324 p.u.

325 p.u.

326 p.u.

327 p.u.

328 p.u.

329 p.u.

330 p.u.

331 p.u.

332 p.u.

333 p.u.

334 p.u.

335 p.u.

336 p.u.

337 p.u.

338 p.u.

339 p.u.

340 p.u.

341 p.u.

342 p.u.

343 p.u.

344 p.u.

345 p.u.

346 p.u.

347 p.u.

348 p.u.

349 p.u.

350 p.u.

351 p.u.

352 p.u.

353 p.u.

354 p.u.

355 p.u.

356 p.u.

357 p.u.

358 p.u.

359 p.u.

360 p.u.

361 p.u.

362 p.u.

363 p.u.

364 p.u.

365 p.u.

366 p.u.

367 p.u.

368 p.u.

369 p.u.

370 p.u.

371 p.u.

372 p.u.

373 p.u.

374 p.u.

375 p.u.

376 p.u.

377 p.u.

378 p.u.

379 p.u.

380 p.u.

381 p.u.

382 p.u.

383 p.u.

384 p.u.

385 p.u.

386 p.u.

387 p.u.

388 p.u.

389 p.u.

390 p.u.

391 p.u.

392 p.u.

393 p.u.

394 p.u.

395 p.u.

396 p.u.

397 p.u.

398 p.u.

399 p.u.

400 p.u.

401 p.u.

402 p.u.

403 p.u.

404 p.u.

405 p.u.

406 p.u.

407 p.u.

408 p.u.

409 p.u.

410 p.u.

411 p.u.

412 p.u.

413 p.u.

414 p.u.

415 p.u.

416 p.u.

417 p.u.

418 p.u.

419 p.u.

420 p.u.

421 p.u.

422 p.u.

423 p.u.

424 p.u.

425 p.u.

426 p.u.

427 p.u.

428 p.u.

429 p.u.

430 p.u.

431 p.u.

432 p.u.

433 p.u.

434 p.u.

435 p.u.

436 p.u.

437 p.u.

438 p.u.

439 p.u.

440 p.u.

441 p.u.

442 p.u.

443 p.u.

444 p.u.

445 p.u.

446 p.u.

447 p.u.

448 p.u.

449 p.u.

450 p.u.

451 p.u.

452 p.u.

453 p.u.

454 p.u.

455 p.u.

456 p.u.

457 p.u.

458 p.u.

459 p.u.

460 p.u.

461 p.u.

462 p.u.

463 p.u.

464 p.u.

465 p.u.

466 p.u.

467 p.u.

468 p.u.

469 p.u.

470 p.u.

471 p.u.

472 p.u.

473 p.u.

474 p.u.

475 p.u.

476 p.u.

477 p.u.

478 p.u.

479 p.u.

480 p.u.

481 p.u.

482 p.u.

483 p.u.

484 p.u.

485 p.u.

486 p.u.

487 p.u.

488 p.u.

489 p.u.

490 p.u.

491 p.u.

492 p.u.

493 p.u.

494 p.u.

495 p.u.

496 p.u.

497 p.u.

498 p.u.

499 p.u.

500 p.u.

501 p.u.

502 p.u.

503 p.u.

504 p.u.

505 p.u.

506 p.u.

507 p.u.

508 p.u.

509 p.u.

510 p.u.

511 p.u.

512 p.u.

513 p.u.

514 p.u.

515 p.u.

516 p.u.

517 p.u.

518 p.u.

519 p.u.

520 p.u.

521 p.u.

522 p.u.

523 p.u.

524 p.u.

525 p.u.

526 p.u.

527 p.u.

528 p.u.

529 p.u.

530 p.u.

531 p.u.

532 p.u.

533 p.u.

534 p.u.

535 p.u.

536 p.u.

537 p.u.

538 p.u.

539 p.u.

540 p.u.

541 p.u.

542 p.u.

543 p.u.

544 p.u.

545 p.u.

546 p.u.

547 p.u.

548 p.u.

549 p.u.

550 p.u.

551 p.u.

552 p.u.

553 p.u.

554 p.u.

555 p.u.

556 p.u.

557 p.u.

558 p.u.

559 p.u.

560 p.u.

561 p.u.

562 p.u.

563 p.u.

564 p.u.

565 p.u.

566 p.u.

567 p.u.

568 p.u.

569 p.u.

570 p.u.

571 p.u.

572 p.u.

573 p.u.

574 p.u.

575 p.u.

576 p.u.

577 p.u.

578 p.u.

579 p.u.

580 p.u.

581 p.u.

582 p.u.

583 p.u.

584 p.u.

585 p.u.

586 p.u.

587 p.u.

588 p.u.

589 p.u.

590 p.u.

591 p.u.

592 p.u.

593 p.u.

594 p.u.

595 p.u.

596 p.u.

597 p.u.

598 p.u.

599 p.u.

600 p.u.

601 p.u.

602 p.u.

603 p.u.

604 p.u.

605 p.u.

606 p.u.

607 p.u.

608 p.u.

609 p.u.

610 p.u.

611 p.u.

612 p.u.

613 p.u.

614 p.u.

615 p.u.

616 p.u.

617 p.u.

618 p.u.

619 p.u.

620 p.u.

621 p.u.

622 p.u.

623 p.u.

624 p.u.

625 p.u.

626 p.u.

627 p.u.

628 p.u.

629 p.u.

630 p.u.

631 p.u.

632 p.u.

633 p.u.

634 p.u.

635 p.u.

636 p.u.

637 p.u.

638 p.u.

639 p.u.

640 p.u.

641 p.u.

642 p.u.

643 p.u.

644 p.u.

645 p.u.

646 p.u.

647 p.u.

648 p.u.

649 p.u.

650 p.u.

651 p.u.

652 p.u.

653 p.u.

654 p.u.

655 p.u.

656 p.u.

657 p.u.

658 p.u.

659 p.u.

660 p.u.

661 p.u.

662 p.u.

663 p.u.

664 p.u.

665 p.u.

666 p.u.

667 p.u.

668 p.u.

669 p.u.

670 p.u.

671 p.u.

672 p.u.

673 p.u.

674 p.u.

675 p.u.

676 p.u.

677 p.u.

678 p.u.

679 p.u.

680 p.u.

681 p.u.

682 p.u.

683 p.u.

684 p.u.

685 p.u.

686 p.u.

687 p.u.

688 p.u.

689 p.u.

690 p.u.

691 p.u.

692 p.u.

693 p.u.

694 p.u.

695 p.u.

696 p.u.

697 p.u.

698 p.u.

699 p.u.

700 p.u.

701 p.u.

702 p.u.

703 p.u.

704 p.u.

705 p.u.

706 p.u.

707 p.u.

708 p.u.

709 p.u.

710 p.u.

711 p.u.

712 p.u.

713 p.u.

714 p.u.

715 p.u.

716 p.u.

717 p.u.

718 p.u.

719 p.u.

720 p.u.

721 p.u.

722 p.u.

723 p.u.

724 p.u.

725 p.u.

726 p.u.

727 p.u.

728 p.u.

729 p.u.

730 p.u.

731 p.u.

732 p.u.

733 p.u.

734 p.u.

735 p.u.

736 p.u.

737 p.u.

738 p.u.

739 p.u.

740 p.u.

741 p.u.

742 p.u.

743 p.u.

744 p.u.

745 p.u.

746 p.u.

747 p.u.

748 p.u.

749 p.u.

750 p.u.

751 p.u.

752 p.u.

753 p.u.

754 p.u.

755 p.u.

756 p.u.

757 p.u.

758 p.u.

759 p.u.

760 p.u.

761 p.u.

762 p.u.

763 p.u.

764 p.u.

765 p.u.

766 p.u.

767 p.u.

768 p.u.

769 p.u.

770 p.u.

771 p.u.

772 p.u.

773 p.u.

774 p.u.

775 p.u.

776 p.u.

777 p.u.

778 p.u.

779 p.u.

780 p.u.

781 p.u.

782 p.u.

783 p.u.

784 p.u.

785 p.u.

786 p.u.

787 p.u.

788 p.u.

789 p.u.

790 p.u.

791 p.u.

792 p.u.

793 p.u.

794 p.u.

795 p.u.

796 p.u.

797 p.u.

798 p.u.

799 p.u.

800 p.u.

801 p.u.

802 p.u.

803 p.u.

804 p.u.

805 p.u.

806 p.u.

807 p.u.

808 p.u.

809 p.u.

810 p.u.

811 p.u.

812 p.u.

813 p.u.

814 p.u.

815 p.u.

816 p.u.

817 p.u.

818 p.u.

819 p.u.

820 p.u.

821 p.u.

822 p.u.

823 p.u.

824 p.u.

825 p.u.

826 p.u.

827 p.u.

828 p.u.

829 p.u.

830 p.u.

831 p.u.

832 p.u.

833 p.u.

834 p.u.

835 p.u.

836 p.u.

837 p.u.

838 p.u.

839 p.u.

840 p.u.

841 p.u.

842 p.u.

843 p.u.

844 p.u.

845 p.u.

846 p.u.

847 p.u.

848 p.u.

849 p.u.

850 p.u.

851 p.u.

852 p.u.

853 p.u.

854 p.u.

855 p.u.

856 p.u.

857 p.u.

858 p.u.

859 p.u.

860 p.u.

861 p.u.

862 p.u.

863 p.u.

864 p.u.

865 p.u.

866 p.u.

867 p.u.

868 p.u.

869 p.u.

870 p.u.

871 p.u.

872 p.u.

873 p.u.

874 p.u.

875 p.u.

876 p.u.

877 p.u.

878 p.u.

879 p.u.

880 p.u.

881 p.u.

882 p.u.

883 p.u.

884 p.u.

885 p.u.

886 p.u.

887 p.u.

888 p.u.

889 p.u.

890 p.u.

891 p.u.

892 p.u.

893 p.u.

894 p.u.

895 p.u.

896 p.u.

897 p.u.

898 p.u.

899 p.u.

900 p.u.

901 p.u.

902 p.u.

903 p.u.

904 p.u.

905 p.u.

906 p.u.

907 p.u.

908 p.u.

909 p.u.

910 p.u.

911 p.u.

912 p.u.

913 p.u.

914 p.u.

915 p.u.

916 p.u.

917 p.u.

918 p.u.

919 p.u.

920 p.u.

921 p.u.

922 p.u.

923 p.u.

924 p.u.

925 p.u.

926 p.u.

927 p.u.

928 p.u.

929 p.u.

930 p.u.

931 p.u.

932 p.u.

933 p.u.

934 p.u.

935 p.u.

936 p.u.

937 p.u.

938 p.u.

939 p.u.

940 p.u.

941 p.u.

942 p.u.

943 p.u.

944 p.u.

945 p.u.

946 p.u.

947 p.u.

948 p.u.

949 p.u.

950 p.u.

951 p.u.

952 p.u.

953 p.u.

954 p.u.

955 p.u.

956 p.u.

957 p.u.

958 p.u.

959 p.u.

960 p.u.

961 p.u.

962 p.u.

963 p.u.

964 p.u.

965 p.u.

966 p.u.

967 p.u.

968 p.u.

969 p.u.

970 p.u.

971 p.u.

972 p.u.

973 p.u.

974 p.u.

975 p.u.

976 p.u.

977 p.u.

978 p.u.

979 p.u.

980 p.u.

981 p.u.

982 p.u.

983 p.u.

984 p.u.

985 p.u.

986 p.u.

987 p.u.

988 p.u.

989 p.u.

990 p.u.

991 p.u.

992 p.u.

993 p.u.

994 p.u.

995 p.u.

996 p.u.

997 p.u.

998 p.u.

999 p.u.

1000 p.u.

1001 p.u.

1002 p.u.

1003 p.u.

1004 p.u.

1005 p.u.

1006 p.u.

1007 p.u.

1008 p.u.

1009 p.u.

1010 p.u.

1011 p.u.

1012 p.u.

1013 p.u.

1014 p.u.

1015 p.u.

1016 p.u.

1017 p.u.

1018 p.u.

1019 p.u.

1020 p.u.

1021 p.u.

1022 p.u.

1023 p.u.

1024 p.u.

1025 p.u.

1026 p.u.

1027 p.u.

1028 p.u.

1029 p.u.

1030 p.u.

1031 p.u.

1032 p.u.

1033 p.u.

1034 p.u.

1035 p.u.

1036 p.u.

1037 p.u.

1038 p.u.

1039 p.u.

1040 p.u.

1041 p.u.

1042 p.u.

1043 p.u.

1044 p.u.

1045 p.u.

1046 p.u.

1047 p.u.

1048 p.u.

1049 p.u.

1050 p.u.

1051 p.u.

1052 p.u.

1053 p.u.

1054 p.u.

1055 p.u.

1056 p.u.

1057 p.u.

1058 p.u.

1059 p.u.

1060 p.u.

1061 p.u.

1062 p.u.

1063 p.u.

1064 p.u.

1065 p.u.

1066 p.u.

1067 p.u.

1068 p.u.

1069 p.u.

1070 p.u.

1071 p.u.

1072 p.u.

1073 p.u.

1074 p.u.

1075 p.u.

1076 p.u.

1077 p.u.

1078 p.u.

1079 p.u.

1080 p.u.

1081 p.u.

1082 p.u.

1083 p.u.

1084 p.u.

1085 p.u.

1086 p.u.

1087 p.u.

1088 p.u.

1089 p.u.

1090 p.u.

1091 p.u.

1092 p.u.

1093 p.u.

1094 p.u.

1095 p.u.

1096 p.u.

1097 p.u.

1098 p.u.

1099 p.u.

1100 p.u.

1101 p.u.

1102 p.u.

1103 p.u.

1104 p.u.

1105 p.u.

1106 p.u.

1107 p.u.

1108 p.u.

1109 p.u.

1110 p.u.

1111 p.u.

1112 p.u.

1113 p.u.

1114 p.u.

1115 p.u.

1116 p.u.

1117 p.u.

1118 p.u.

1119 p.u.

1120 p.u.

1121 p.u.

1122 p.u.

1123 p.u.

1124 p.u.

1125 p.u.

1126 p.u.

1127 p.u.

1128 p.u.

1129 p.u.

1130 p.u.

1131 p.u.

1132 p.u.

1133 p.u.

1134 p.u.

1135 p.u.

1136 p.u.

1137 p.u.

1138 p.u.

1139 p.u.

1140 p.u.

1141 p.u.

1142 p.u.

1143 p.u.

1144 p.u.

1145 p.u.

1146 p.u.

1147 p.u.

1148 p.u.

1149 p.u.

1150 p.u.

1151 p.u.

1152 p.u.

1153 p.u.

1154 p.u.

1155 p.u.

1156 p.u.

1157 p.u.

1158 p.u.

1159 p.u.

1160 p.u.

1161 p.u.

1162 p.u.

1163 p.u.

1164 p.u.

1165 p.u.

1166 p.u.

1167 p.u.

1168 p.u.

1169 p.u.

1170 p.u.

1171 p.u.

1172 p.u.

1173 p.u.

1174 p.u.

1175 p.u.

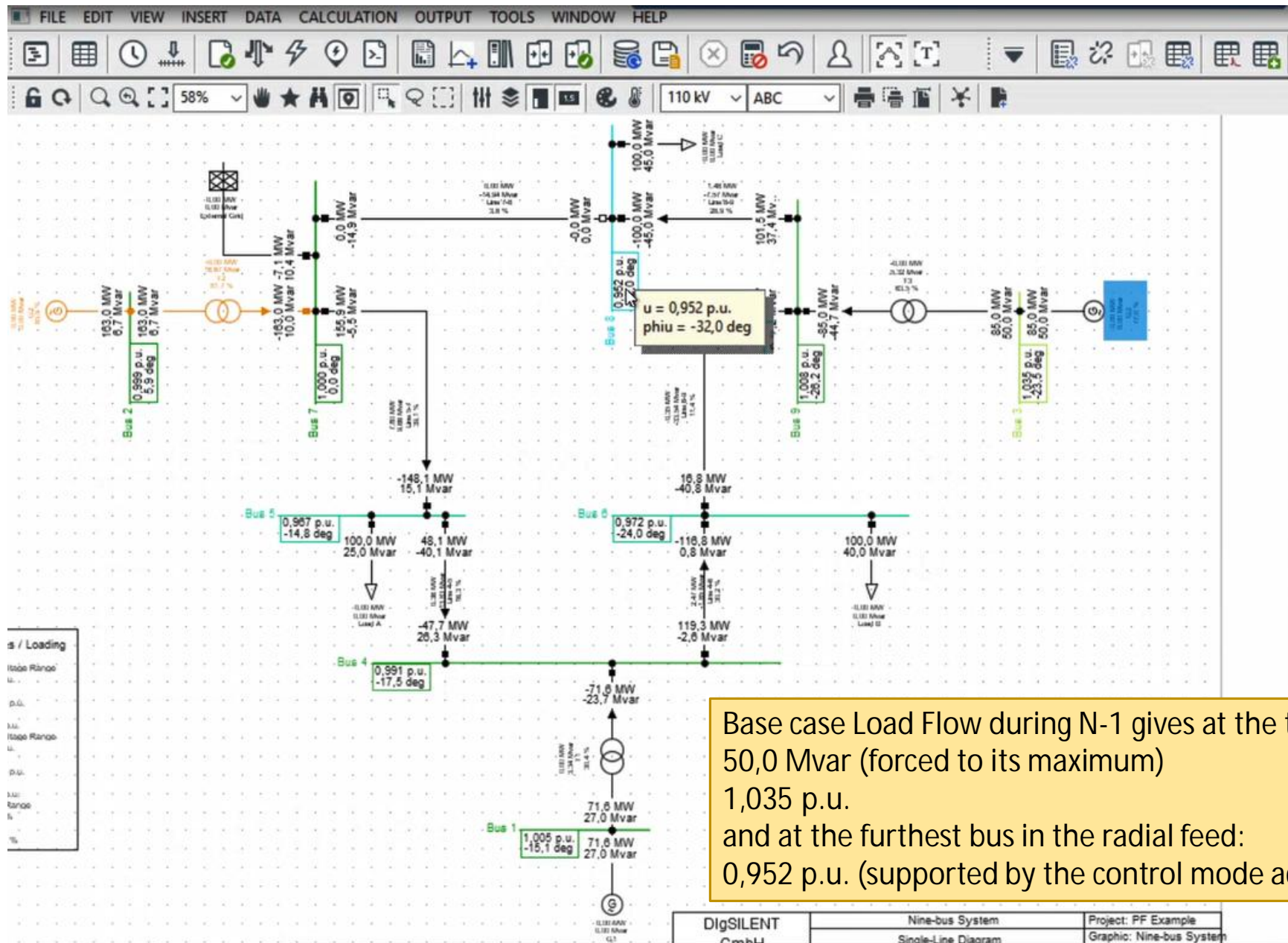
1176 p.u.

1177 p.u.

1178 p.u.

1179 p.u.

1180 p.u.



FILE EDIT VIEW INSERT DATA CALCULATION OUTPUT TOOLS WINDOW HELP

58%

110 kV ABC

Synchronous Machine - Nine-bus System\G3.ElmSym

Basic Data  
Description  
Load Flow  
Short-Circuit VDE/IEC  
Short-Circuit Complete  
Short-Circuit ANSI  
Short-Circuit IEC 61363  
Short-Circuit DC  
Simulation RMS  
Simulation EMT  
Protection  
Power Quality/Harmonics  
Reliability  
Generation Adequacy  
Hosting Capacity Analysis  
Optimal Power Flow  
Unit Commitment  
State Estimation

General Operational Limits Advanced Automatic Dispatch

☐ Spinning if circuit-breaker is open  
☐ Reference Machine  
☐ Out of service when active power is zero

Local Controller Voltage Q-Droop

External Secondary Controller  
External Station Controller

Dispatch  
Input Mode Default  
Active Power 85, MW  
Reactive Power 10,9 Mvar  
Voltage 1,1 p.u.  
Angle 0, deg  
Prim. Frequency Bias 0, MW/Hz

Actual Dispatch  
Active Power (act.) 85, MW  
Reactive Power (act.) 10,9 Mvar  
Apparent Power (act.) 85,69603 MVA  
Power Factor (act.) 0,9918779 ind.

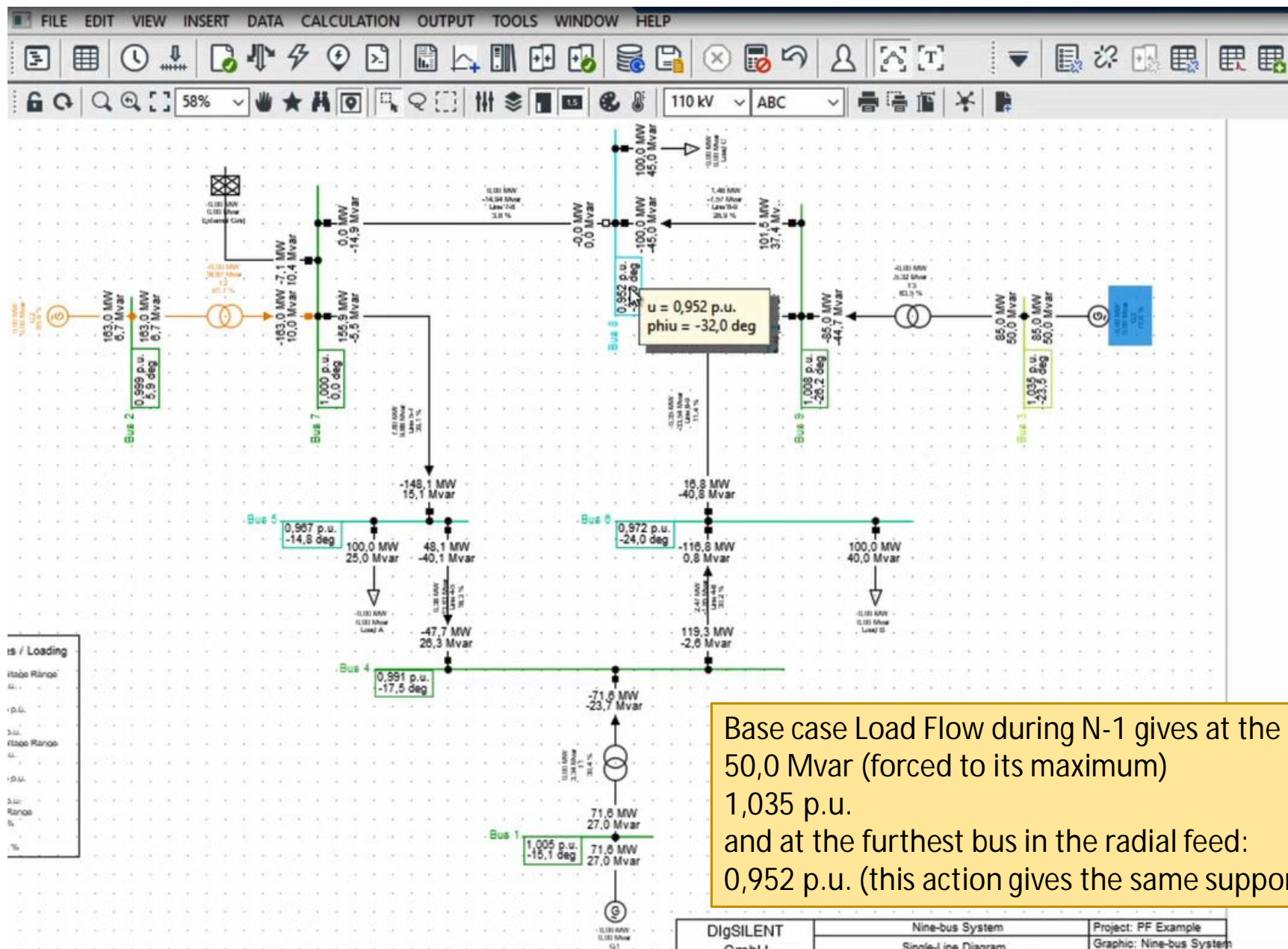
Voltage Droop  
Droop 4, %  
Voltage Setpoint Limits  
Min. Voltage Setpoint 0,9 p.u. Max. Voltage Setpoint 1,1 p.u.

OK  
Cancel  
Figure >>  
Jump to ...

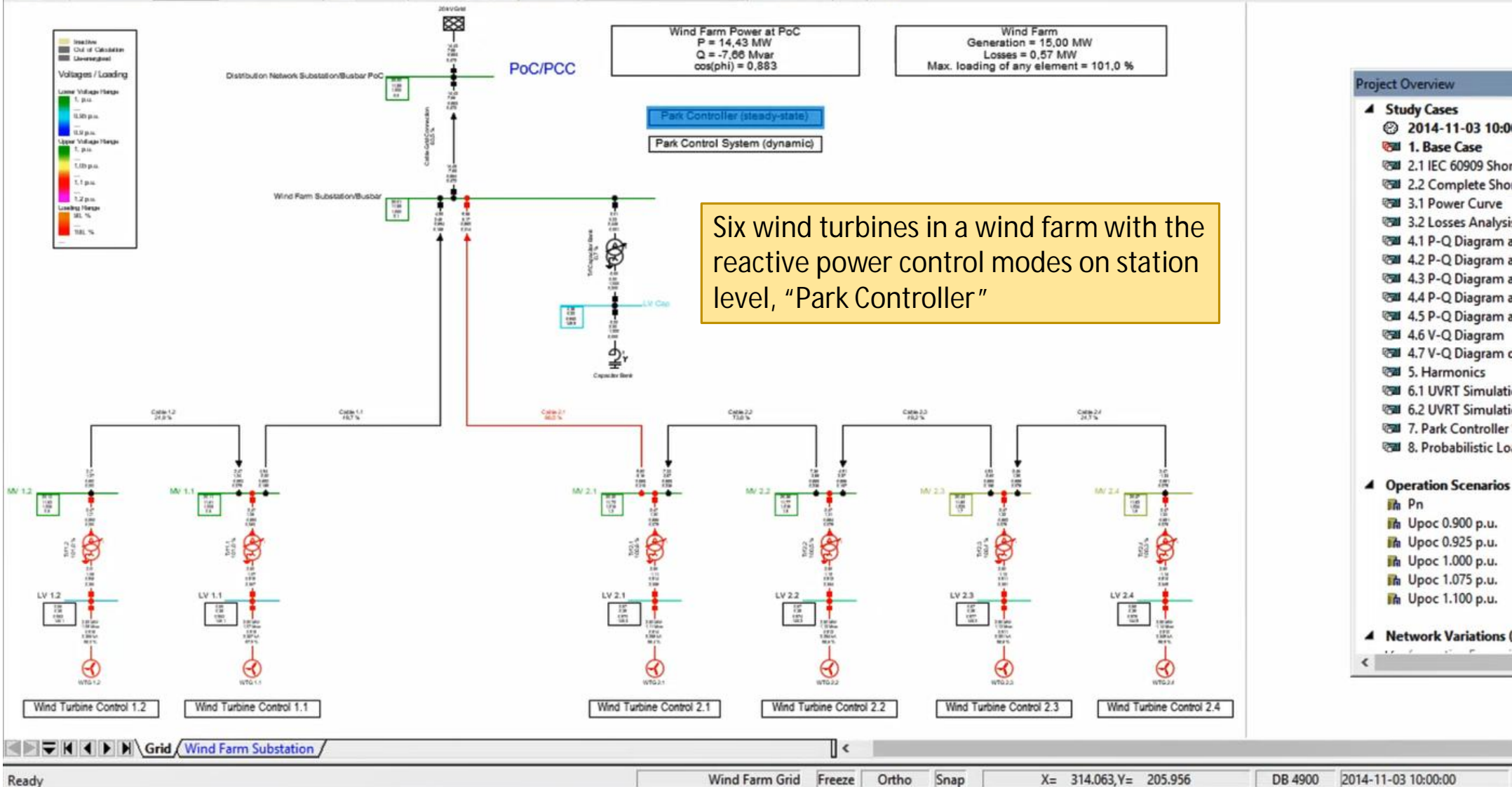
The third DG is set to Voltage control again with updated setpoint to 1,1 p.u.

DigSILENT  
Nine-bus System  
Single-Line Diagram  
Project: PF Example  
Graphic: Nine-bus System









#### Project Overview

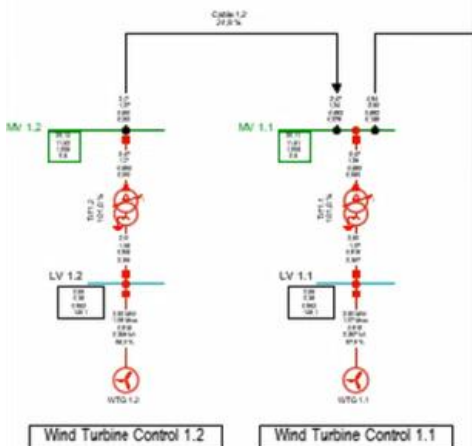
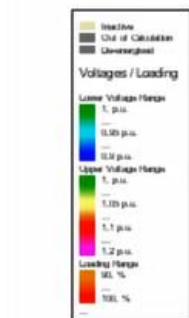
##### Study Cases

- 2014-11-03 10:00
- 1. Base Case
- 2.1 IEC 60909 Short
- 2.2 Complete Short
- 3.1 Power Curve
- 3.2 Losses Analysis
- 4.1 P-Q Diagram a
- 4.2 P-Q Diagram a
- 4.3 P-Q Diagram a
- 4.4 P-Q Diagram a
- 4.5 P-Q Diagram a
- 4.6 V-Q Diagram
- 4.7 V-Q Diagram c
- 5. Harmonics
- 6.1 UVRT Simulation
- 6.2 UVRT Simulation
- 7. Park Controller
- 8. Probabilistic Load

##### Operation Scenarios

- Pn
- Upoc 0.900 p.u.
- Upoc 0.925 p.u.
- Upoc 1.000 p.u.
- Upoc 1.075 p.u.
- Upoc 1.100 p.u.

##### Network Variations



Static Generator - Wind Farm Grid\WTG 2.1.ElmGenstat

- Basic Data
- Description
- Load Flow**
- Short-Circuit VDE/IEC
- Short-Circuit Complete
- Short-Circuit ANSI
- Short-Circuit IEC 61363
- Short-Circuit DC
- Simulation RMS
- Simulation EMT
- Power Quality/Harmonics
- Reliability
- Generation Adequacy
- Hosting Capacity Analysis
- Optimal Power Flow
- Unit Commitment
- State Estimation

General Operational Limits Advanced Automatic Dispatch

- ☐ Reference Machine
- ☐ Out of service when active power is zero

Local Controller Const. Q

External Secondary Controller

External Station Controller ... id\Park Controller (steady-state)

The external station controller settings have precedence over those of the local controller.

Dispatch

Input Mode P, cos(phi)

Active Power 2,5 MW

Power Factor 1, ind.

Voltage 1, p.u.

Angle 0, deg

Prim. Frequency Bias 0, MW/Hz

Scaling Factor 1,

Actual Dispatch

Active Power (act.) 2,5 MW

Reactive Power (act.) 0, Mvar

Apparent Power (act.) 2,5 MVA

Power Factor (act.) 1, ind.

Scaling Factor(act.) 1,

Each wind turbine is connected to the External Station Controller

OK

Cancel

Figure >>

Jump to ...

Project Overview

Study Cases

- 2014-11-03 10:00
- 1. Base Case
- 2.1 IEC 60909 Short
- 2.2 Complete Short
- 3.1 Power Curve
- 3.2 Losses Analysis
- 4.1 P-Q Diagram a
- 4.2 P-Q Diagram a
- 4.3 P-Q Diagram a
- 4.4 P-Q Diagram a
- 4.5 P-Q Diagram a
- 4.6 V-Q Diagram
- 4.7 V-Q Diagram c
- 5. Harmonics
- 6.1 UVRT Simulati
- 6.2 UVRT Simulati
- 7. Park Controller
- 8. Probabilistic Lo

Operation Scenarios

- Pn
- Upoc 0.900 p.u.
- Upoc 0.925 p.u.
- Upoc 1.000 p.u.
- Upoc 1.075 p.u.
- Upoc 1.100 p.u.

Network Variations

Grid Wind Farm Substation

Ready

Wind Farm Grid

Freeze

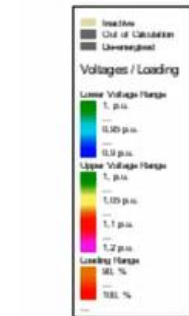
Ortho

Snap

X= 227.620,Y= 71.650

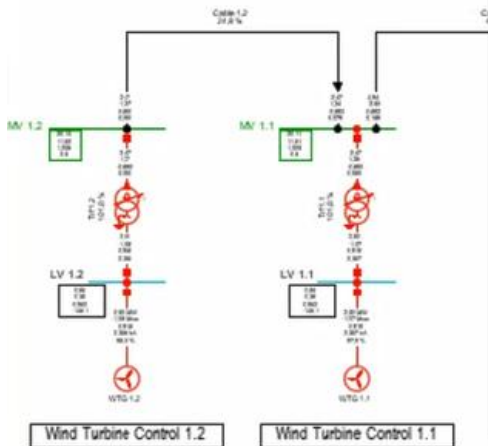
DB 4900

2014-11-03 10:00:00



Distribution Network Substation

Wind Farm Substation



Station Control - Wind Farm Grid\Park Controller (steady-state).ElmStactrl

Basic Data

Description

Load Flow

Short-Circuit VDE/IEC

Short-Circuit Complete

Short-Circuit ANSI

Short-Circuit IEC 61363

Short-Circuit DC

Simulation RMS

Simulation EMT

Power Quality/Harmonics

Reliability

Hosting Capacity Analysis

Optimal Power Flow

General Distribution

Control Mode

Voltage Control

Voltage Control

Reactive Power Control

Power Factor Control

tan(phi) Control

Phase

Pos.Seq.

Controlled Node

User Selection

Automatic Selection

Controlled Node

... id\Wind Farm Substation\Busbar

Voltage Setpoint

1, p.u.

Enable Droop

OK

Cancel

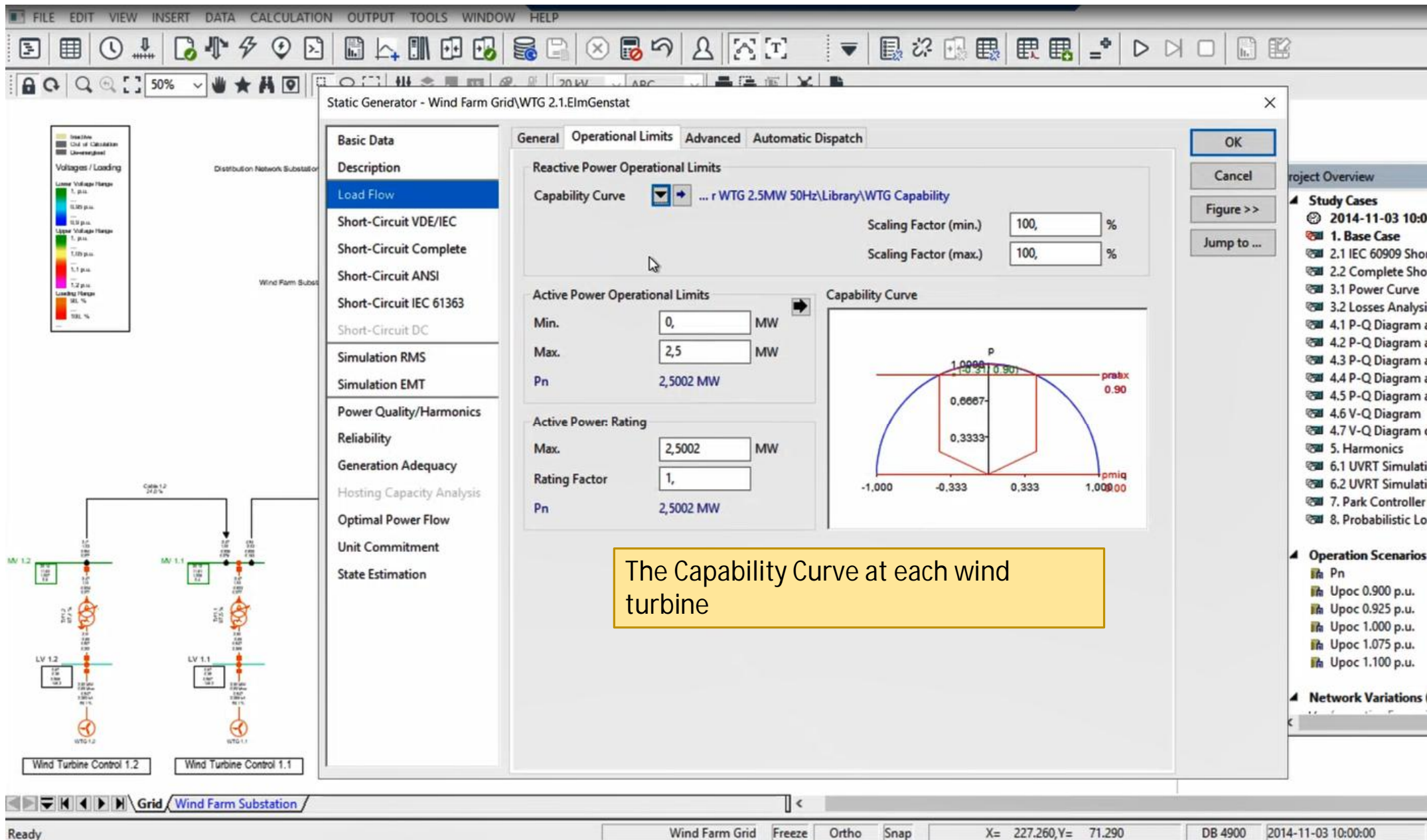
Info

The Control Modes are accessed through the Station Control

Project Overview

- Study Cases
  - 2014-11-03 10:00
  - 1. Base Case
  - 2.1 IEC 60909 Short-Circuit
  - 2.2 Complete Short-Circuit
  - 3.1 Power Curve
  - 3.2 Losses Analysis
  - 4.1 P-Q Diagram
  - 4.2 P-Q Diagram
  - 4.3 P-Q Diagram
  - 4.4 P-Q Diagram
  - 4.5 P-Q Diagram
  - 4.6 V-Q Diagram
  - 4.7 V-Q Diagram
  - 5. Harmonics
  - 6.1 UVRT Simulation
  - 6.2 UVRT Simulation
  - 7. Park Controller
  - 8. Probabilistic Load
- Operation Scenarios
  - Pn
  - Upoc 0.900 p.u.
  - Upoc 0.925 p.u.
  - Upoc 1.000 p.u.
  - Upoc 1.075 p.u.
  - Upoc 1.100 p.u.
- Network Variations





The Capability Curve at each wind turbine



# Workshop 2 – Part 2

## Monday 12.10.2020 – Friday 16.10.2020

- Session 4
  - Mitigation possibilities for power quality and operational issues in relation to RE integration in distribution networks (part 3)
    - Voltage unbalance and traction with its impact on RE generation
- Session 5
  - Inputs to system operating guidelines (part 1)
    - Changing reactive power control modes
    - Operating RE generators during n-1 conditions
    - Curtailment of RE generators due to high frequency
    - Impact of day-ahead power forecasts at DSO level
- Session 6
  - Inputs to system operating guidelines (part 2)
    - Changing reactive power control modes
    - Operating RE generators during n-1 conditions
    - Curtailment of RE generators due to high frequency
    - Impact of day-ahead power forecasts at DSO level

Pre-recorded sessions released on Monday 12.10.2020

QA session: Monday 19.10.2020