



جزیره ای شدن

دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

دانشکده فنی

گروه برق

حسن علیپور



مراجع

1. P. Mahat, Z. Chen, B. Bak-Jensen, “*Review of islanding detection methods for distributed generation*,” Third IEEE Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies, pp. 2743-2748., 2008.
2. L. Kumpulainen, and K. Kauhaniemi, “*Distributed generation and reclosing coordination*,” Nordic Distribution and Asset Management Conference, pp. 1-12, 2004.
3. O. Abarrategui, I. Zamora, and D. M. Larruskain, “*Comparative analysis of islanding detection methods in networks with DG*,” 19th International Conference on Electricity Distribution, vol. 31, pp. 1-4, 2007.
4. R. S. Kunte, and W. Gao, “*Comparison and review of islanding detection techniques for distributed energy resources*,” IEEE Power Symposium, pp. 1-8, 2008.

تعریف جزیره ای شدن

❖ عبارت است از موقعیتی که یک شبکه توزیع و یا بخشی از یک شبکه توزیع از بقیه سیستم قدرت ایزوله شود، اما هنوز توسط DG متصل به آن انرژی دهی شود.

Islanding



Disconnect



Main Grid



معایب جزیره ای شدن

❖ به خطر افتادن ایمنی تعمیرکاران خط توزیع در منطقه جزیره

❖ ممکن است ولتاژ و فرکانس برق در محدوده مجاز و استاندارد باقی نماند.

❖ سیستم جزیره ای شده ممکن است به اندازه کافی توسط اتصالات داخلی DGها زمین نشده باشد.

❖ ممکن است پدیده بازبست خارج از فاز (out of phase reclosing) اتفاق بیافتد که تاثیرات نامطلوب جدی برای تجهیزات و مولدهای موجود در شبکه دارد.



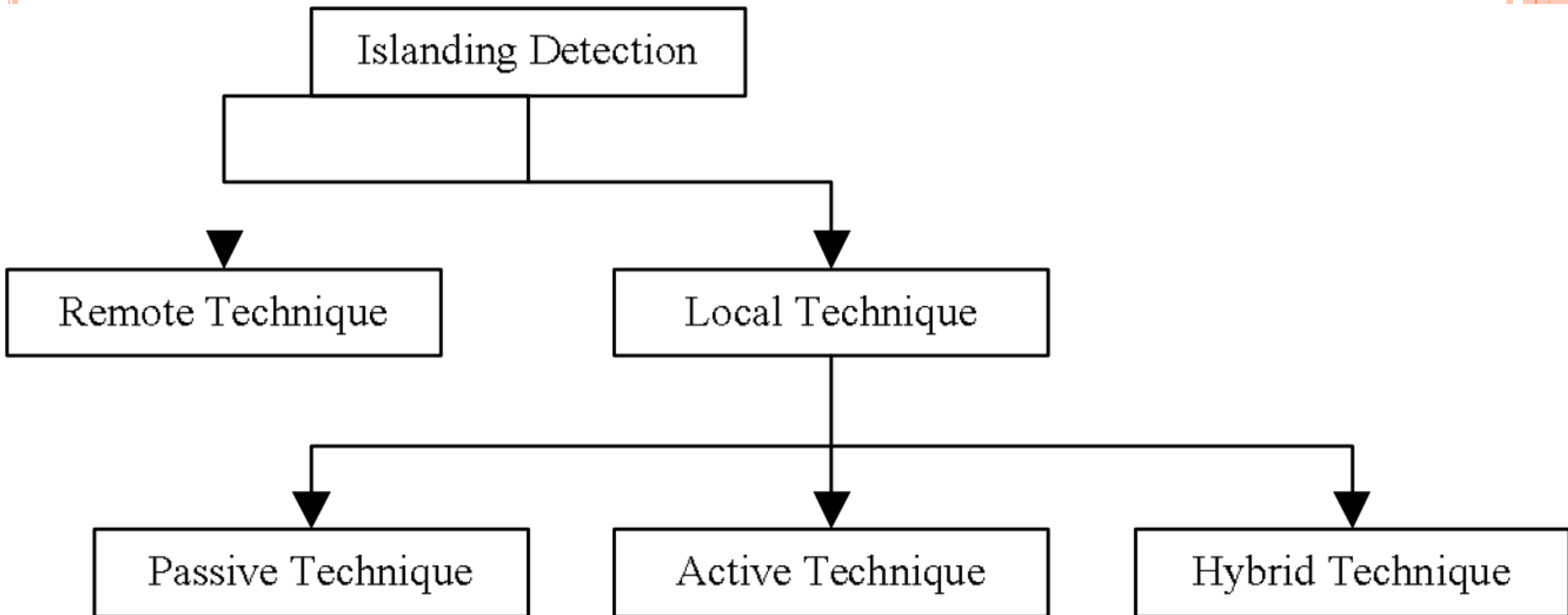
OUT-OF-PHASE RECLOSING AND ITS POSSIBLE CONSEQUENCES

- ❖ Even more severe problem than prevention of successful reclosing may occur, when DG units are not tripped during the auto-reclose open time. The generators can accelerate or decelerate so that the reclosure occurs at the moment when the voltages in the islanded part of the network and in the main grid are in phase opposition. This can have severe consequences. Over-voltages, over-currents, and large mechanical torques are possible. These can cause serious damage to rotating generators and motors.



تشخیص جزیره ای شدن

❖ منظور از تشخیص جزیره ای شدن، مونیتور کردن پارامترهای خروجی DG و/یا پارامترهای سیستم و تصمیم گیری بر اساس این پارامترها است که آیا جزیره ای شدن اتفاق افتاده است یا نه؟





REMOTE ISLANDING DETECTION TECHNIQUES

- ❖ این تکنیک ها بر اساس **ارتباط** (communication) بین شبکه و DGها می باشند.
- ❖ این تکنیک ها نسبت به تکنیک های محلی بیشتر **قابل اعتماد** (reliable) هستند. یعنی NDZ کوچکتری دارند.
- ❖ پیاده سازی این تکنیک ها **پرهزینه** بوده و از نظر اقتصادی موجه نیست.

➤ انواع:

- Transfer trip scheme
- Power line signaling scheme



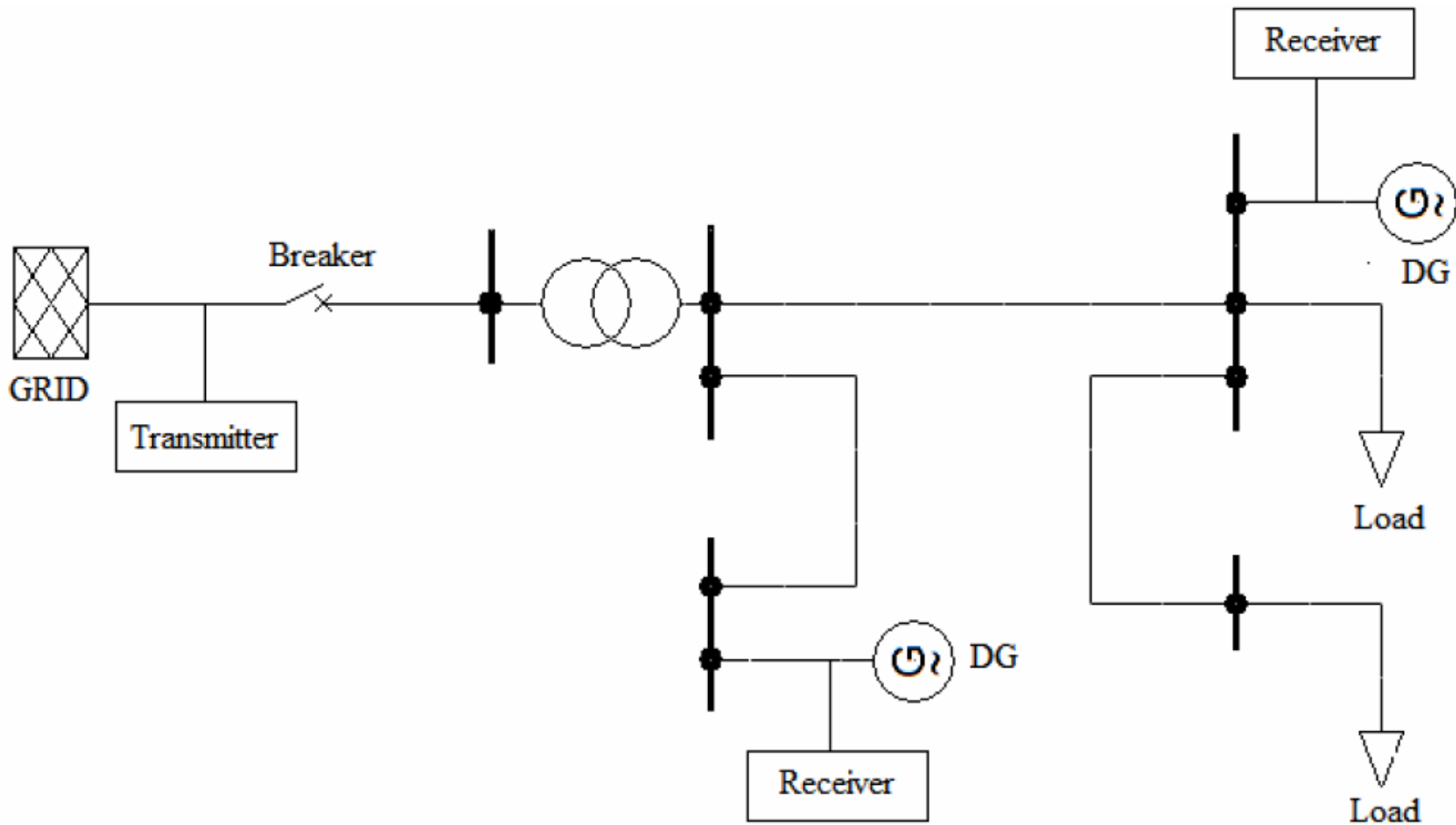
TRANSFER TRIP SCHEME

❖ وضعیت تمامی کلیدها و ریکلوزرهای موجود در سیستم که امکان جزیره ای کردن یک سیستم توزیع را دارند، مونیتور می شود و بر اساس این اطلاعات تشخیص صورت می گیرد.

❖ از سیستم های کنترل سوپروایزری و جمع آوری داده می توان استفاده کرد.

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

POWER LINE SIGNALING SCHEME



تکنیک های محلی

- ❖ این تکنیک ها بر اساس اندازه گیری پارامترهای سیستم نظیر ولتاژ و فرکانس در محل DG می باشند.
- ❖ به دو دسته غیرفعال و فعال تقسیم می شوند.
- ❖ **تکنیک های تشخیص غیرفعال:**
- ❖ بر اساس اندازه گیری پارامترهای سیستم نظیر تشخیص تغییر در ولتاژ، فرکانس، اعوجاج هارمونیک و ... عمل می کنند.
- ❖ اگر میزان تغییر پارامترها از یک مقدار آستانه که به صورت دقیق برای شرایط جزیره ای شدن تعیین شده است بیشتر باشد، تشخیص صورت می پذیرد.
- ❖ این روش ها سریع بوده و اعوجاجی برای سیستم ایجاد نمی کنند.
- ❖ برای این تکنیک ها ممکن است که ناحیه غیرقابل تشخیص بزرگی وجود داشته باشد.

NDZ: non detectable zone



تکنیک های غیرفعال

1. RATE OF CHANGE OF OUTPUT POWER

❖ نرخ تغییرات زمانی توان خروجی در محل DG در شرایط جزیره ای شدن می تواند بسیار افزایش یابد.

❖ $dp/dt > \text{threshold}$



تکنیک های غیرفعال

2. RATE OF CHANGE OF FREQUENCY

❖ نرخ تغییرات فرکانس در صورت ایزوله شدن DG می تواند افزایش یابد.

❖ این تکنیک زمانی قابلیت اطمینان بیشتری دارد که عدم تطبیق قابل توجهی در ظرفیت DG و میزان بار وجود داشته باشد.

❖ رله **ROCOF** (تغییر ۱۳٪ به بالا برای زمان بیشتر از نیم ثانیه)

$$ROCOF, \quad \frac{df}{dt} = \frac{\Delta P}{2HG} f \quad (1)$$

ΔP is power mismatch at the DG side

H is the moment of inertia for DG/system

G is the rated generation capacity of the DG/system



تکنیک های غیرفعال

3. RATE OF CHANGE OF FREQUENCY OVER POWER

❖ نرخ تغییرات df/dp در یک سیستم با تولید کوچک، بیشتر از یک سیستم با ظرفیت تولید زیاد است.

❖ آزمایشات نشان می دهد که در صورت وجود عدم مطابقت اندکی بین ظرفیت DG و بارهای محلی، میزان حساسیت df/dp بیشتر از df/dt میباشد.

❖ رله COROCOF



تکنیک های غیر فعال

4. CHANGE OF IMPEDANCE

❖ امپدانس شبکه به میزان قابل توجهی کوچکتر از امپدانس یک جزیره است.

❖ امپدانس یک بخش از سیستم با جدا شدن از باقی شبکه افزایش می یابد.

❖ پایش پیوسته امپدانس منبع می تواند منجر به تشخیص وجود جزیره شود.



تکنیک های غیرفعال

5. VOLTAGE UNBALANCE

❖ با توجه به اینکه شبکه های توزیع عموماً دارای بارهای تکفاز هستند، در صورت ایزوله شدن شبکه توزیع و به وجود آمدن جزیره (حتی در شرایط تغییر اندک در بار DG) بالانس ولتاژ بین فازها می تواند دچار تغییر شود.

❖ در شرایط تغییر اندک بار DG تشخیص از طریق تغییر فرکانس، اندازه ولتاژ و میزان جابجایی فاز (تغییر فاز ولتاژ) زیاد موثر نمی باشد.

6. HARMONIC DISTORTION

❖ در صورت اینکه DG های موجود اینورتر پایه باشند، با بروز پدیده ی جزیره ای شدن، THD جریان می تواند افزایش یابد.

$$THD_I = \frac{1}{|I_{fund}|} \sqrt{\sum_{n=2}^M |I_{n.Harm}|^2}$$

تکنیک های تشخیص فعال

❖ با استفاده از تکنیک های فعال در تشخیص جزیره ای شدن، تشخیص حتی در صورت مطابقت کامل بار و تولید DG (که غیرقابل تشخیص توسط تکنیک های غیرفعال است) صورت می پذیرد.

❖ معمولاً در تکنیک های فعال، یک انحراف کوچک (perturbation) در سیستم قدرت در سمت DG اعمال می شود. اگر DG در جزیره باشد، این انحراف منجر به تغییر مهمی در پارامترهای سیستم می شود.



تکنیک های تشخیص فعال

1. ACTIVE DETECTION TECHNIQUES

✓ در این روش، DG در محل اتصال به شبکه، سطح مشخصی از توان راکتیو را تولید می کند.

✓ اگر شبکه وصل باشد سطح توان راکتیو ثابت می ماند.

✓ در شرایط قطع شبکه و بروز جزیره میزان شارش توان راکتیو تغییر می کند.



تکنیک های تشخیص فعال

2. IMPEDANCE MEASUREMENT METHOD

✓ امپدانس سیستم با ایجاد جزیره تغییر می کند.

✓ یک سلف موازی توسط کلید تریستوری به صورت لحظه ای در مدار قرار می گیرد و ولتاژ منبع و جریان اتصال کوتاه عبوری را کتور اندازه گیری می شود.

✓ این ولتاژ و جریان جهت محاسبه امپدانس منبع سیستم قدرت استفاده می شود.



تکنیک های تشخیص فعال

3. PHASE (OR FREQUENCY) SHIFT METHOD

✓ در DGهایی که دارای اینورتر می باشند، شیفت فاز کوچکی را می توان اعمال کرد.

✓ اگر شبکه وصل باشد، فرکانس پایدار می ماند.

✓ در صورت وجود جزیره، فرکانس شدیداً تغییر می کند.

تکنیک های تشخیص هیبریدی

✓ ترکیبی از هر دو تکنیک فعال و غیرفعال را استفاده می کنند.

✓ تکنیک فعال فقط زمانی اجرا می شود که توسط تکنیک غیرفعال گمان بروز جزیره زده شود.

✓ اگر میزان تغییر پارامترها زیاد باشد، تکنیک غیرفعال مستقیماً وجود جزیره را اعلام می کند.



I. TECHNIQUE BASED POSITIVE FEEDBACK (PF) AND VOLTAGE IMBALANCE (VU)

- PF= active technique → change in frequency
- VU= passive technique

$$VU = \frac{V_{+Sq}}{V_{-Sq}} \quad (11)$$

V_{+Sq} and V_{-Sq} are the positive and negative sequence voltages, respectively.

- بجای تغییر در فرکانس می توان افزایش THD جریان فاز را نیز مشاهده کرد.



2. TECHNIQUE BASED ON VOLTAGE AND REACTIVE POWER SHIFT

- Voltage variation = passive
- Adaptive reactive power shift = active



مقایسه تکنیک های تشخیص جزیره ای شدن

Islanding Detection Techniques	Advantages	Disadvantages	Examples
1 Remote Techniques	<ul style="list-style-type: none"> Highly reliable 	<ul style="list-style-type: none"> Expensive to implement especially for small systems. 	<ul style="list-style-type: none"> Transfer trip scheme Power line signaling scheme
2 Local Techniques			
a. Passive Techniques	<ul style="list-style-type: none"> Short detection time Do not perturb the system Accurate when there is a large mismatch in generation and demand in the islanded system 	<ul style="list-style-type: none"> Difficult to detect islanding when the load and generation in the islanded system closely match Special care has to be taken while setting the thresholds If the setting is too aggressive then it could result in nuisance tripping 	<ul style="list-style-type: none"> Rate of change of output power scheme Rate of change of frequency scheme Rate of change of frequency over power scheme Change of impedance scheme Voltage unbalance scheme Harmonic distortion scheme
b. Active Techniques	<ul style="list-style-type: none"> Can detect islanding even in a perfect match between generation and demand in the islanded system (Small NDZ) 	<ul style="list-style-type: none"> Introduce perturbation in the system Detection time is slow as a result of extra time needed to see the system response for perturbation Perturbation often degrades the power quantity and if significant enough, it may degrade the system stability even when connected to the grid 	<ul style="list-style-type: none"> Reactive power export error detection scheme Impedance measurement scheme Phase (or frequency) shift schemes (like SMS, AFD, AFDPF and ALPS)
c. Hybrid Techniques	<ul style="list-style-type: none"> Have small NDZ. Perturbation is introduced only when islanding is suspected. 	<ul style="list-style-type: none"> Islanding detection time is prolonged as both passive and active technique is implemented 	<ul style="list-style-type: none"> Technique based on positive feedback and voltage imbalance Technique based on voltage and reactive power shift