

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Treball Final de Grau



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Treball realitzat per:
Aleksandar Stoyanov Belkin

Dirigit per:
Ricard Bosch

Grau en Sistemes i Tecnologia Naval

Barcelona, juliol 2018

Departament d'Enginyeria Elèctrica



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat de Nàutica de Barcelona

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Índex

Glossari.....	5
Agraïments	7
Pròleg	8
1. Introducció.	9
Part I.....	10
2. Descripció de la Instal·lació.....	10
2.4. Càlcul del volum de marge o marge de carrega orgànica	18
3. Generació o producció de gas.....	20
3.1. Balanç de masses	20
3.2. La reacció química de combustió completa del metà al 100% es la següent	22
3.3. Densitats parcials:	23
3.4. Càlcul potència del motor	23
3.5. Variació dels caudals i producció segons convingui.....	25
3.6. Inestabilitat prova FOS/TAC	25
3.7. Anàlisi FOS/TAC	26
4. Tractament del biogàs.....	33
4.1. Condensació de parts d'aigua	33
Refrigeració sota terra.	33
4.2. Purificació i bombeig del biogàs.....	38
4.2.1. Eliminació de sulfurs	38
Part II.....	41
5. Maquina tèrmica.....	41
5.1. Carburador	42
5.2. Carga. Parell resistiu originat per l'alternador (load step).....	43
6. Fonts de calor residual	45
7. Generador d'electricitat.....	48
Conceptes:.....	48
7.1. Maquina síncrona.....	48
7.2. Connexió a la xarxa.....	49
7.3. Funció en illa	50
7.4. Tipus de control.....	54
7.5. Proteccions.....	55
Part III.....	58
8. Balanç econòmic	58
8.2. Ingressos. Potència elèctrica i preus	58

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

8.3.	Ingressos potència calorífica	59
8.6.	Cost d'elaborar el present PFG.....	61
8.7.	Impacte mediambiental de la instal·lació.	62
9.	Conclusions	64
10.	Bibliografia	65
11.	Annex.....	67
11.2.	Cinc regle d'or elèctriques.....	69
11.3.	Esquemes	69
11.3.1.	Central	69
11.3.2.	Esquemes a considerar.....	69
11.3.3.	Circuits motor.....	73
11.4.	Etapas en la construcció.....	76
12.	Pla de manteniment.....	78
12.1.	TCG 2020 V16.....	78
12.2.	Generador	81
12.3.	Acoblament motor generador	82
12.4.	Gas a zero pressió.	82
	Llistat de il·lustracions.....	82
	Llistat de taules	84

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Glossari

Afluent- un curs d'aigua o corrent que va a un riu mas important.

AMPTS- (Automatic Methane Potential) Test System. En cat. sistema automàtic test del potencial metànic.

Anaeròbic – Procés químic, practicament, amb defecte d'oxigen.

Biogàs – Un gas, mescla de metà i diòxid de carboni, que conté impureses.

Blackout- caiguda involuntària de la planta.

Black start –arrencada sense un generador auxiliar, en casos d'emergència.

Carga orgànica de sòlids – quantitat de matèria.

CHP – combined head and power. Combinados calor i potencia electrica.

Codigestió- La combinació de dues materies per les seves qualitats a digerir.

DQO – Demanda química d'oxigen.

Efluent-Un flux sortint d'un sistema efecte de fluid.

Ensitjat- es ensilar, es posar el faratge o les llavors dins una sitja. Un procés de conservació del forratje.

Fos- Flüschtige Organische Säuren. De l'alemany àcid volàtil.

Gasholder- S'anomena a les membranes de material resistent no porós, on s'amagatzema el gas en les cúpules dels digestors.

GCB- (Generator Circuit Breaker), Interruptor automàtic del generador.

Load shedding - Protecció de la sobrecarrega del motor tèrmic i el sistema. Consisteix en donar la carrega en intervals de temps.

Load switching – Load switches són un tipus de "relays". Controlen la incorporació de les carregues.

Mesofílic- Procés químic que es produeix en una temperatura moderada d'entre 20°C i 45°C.

MCB- (Mains power circuit breaker) Interruptor automàtic de xarxa.

Solid Feeder- Com el seu nom indica, mecanisme d'alimentació de la càrrega sòlida orgànica. Utilitza parts mòbils rotatius, com ara el cargol d'Arquimedes. Un dipòsit únic amb dos cargols per cada digestor.

Switchgear- Aparat elèctric controlant els interruptors automàtics, els fusibles i altres elements. Serveix per controlar i protegir l'equipament elèctric.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

TAC- Totales Anorganisches Carbomnat, es a dir carbonat no orgànic.

Termofíllica- Condió de temperatura en un procés normalment entre 35°C i 60°C.

UPS- Sistema d'alimentació interrompuda.

AKR	Anti-knock Governor	Controlador de detonació.
ATL	Exhaust turbo-charger	Escapament del turbo
AVW	Intake air pre-heating	Entrada d'aire recalentat
AWT	Exhaust heat exchanger	Bescanviador d'aire d'escapament
dp	Differential pressure	Pressió diferencial
DZR	Speed governor	Governador de velocitat
FU	Frequency converter	Convertidor de freqüència
GDR	Gas pressure control	Control pressió gas
GK	Intercooler	Intercooler
HK	Heating circuit	Circuit d'escalfament
HW	Heating water	Aigua d'escalfament
KAT	Catalytic converter	Convertidor catalític
KWT	Jacket water heat exchanger	Bescanviador calor aigua camisa
MK	Engine cooling circuit	Circuit refrigerar motor
NK	Emergency cooler circuit	Circuit refrigerador d'emergència
SWT	Lube oil heat exchanger	Bescanviador oli lubricant
ZA	Ignition system	Sistema de ignició

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Agraïments

M'agradaria donar les gràcies a totes persones que han col·laborat d'una manera, pel seu esforç i dedicació, es citaran :

Al senyor Xavier Flotat per mostrar interès pel projecte i les fonts d'informació. Senyor Valeri Yotov i tot l'equip de la central per les varies explicacions i visites a la instal·lació. Senyor Manuel Rodríguez per l'aclariment dels motors a gas.

En últim lloc al senyor Ricard Bosch, pels ànims, totes les hores de direcció i correcció que han fet realitat aquest projecte.

Finalment als meus pares, la família, a tothom. Gràcies.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Pròleg

Les meves motivacions

S'ha decidit treballar sobre el Projecte *Tsalapitsa* (Bulgària), per curiositat de saber més sobre la generació d'energia elèctrica a partir de biogàs produït a base de ensitjat (blat de moro amb palla de jaça) i purins en digestió anaeròbica.

S'ha agafat la central *Tsalapitsa* com a tema basic en aquest treball final per decisió pròpia. Aquesta decisió s'ha consolidat, amb un article de diari d'economia sobre la seva construcció.

L'objecte del treball

L'objecte d'aquest treball es la petita planta bio-elèctrica, construïda l'any 2014 al poble de *Tsalapitsa*, província de *Plovdiv*. Aquesta es troba a menys de 20 km de *Plovdiv* i a 129km de la capital *Sofia*. Hi ha connexió, amb l'autopista "Trakia" a 500 m del establiment.

La central es de construcció privada, mentre els sistemes, els controls i maquines, son importats per encàrrec dels Països Baixos i Alemanya, fets a mida pel projecte, on s'han tingut en compte les condicions meteorològiques de Bulgària. El projecte ha tingut un cost de 4 milions d'euros i la potència de 1.5 MWe.

L'objectiu

Aquest projecte pretén millorar els defectes de caire tècnic, que actualment té la central, si es que s'hagin trobat millorables. Es vol intentar a retocar la producció, pujant els caudals i fer un possible escenari del comportament al llarg del temps, amb un pla de manteniment.

Unes de les opcions per aprofitar l'energia de la màquina tèrmica, donen vies a la cogeneració i el reciclatge de l'energia, a partir de l'aigua de refrigeració i condensació dels gasos d'escapament ("flue gas condensation" anglès).

Fer un balanç de matèria: cargues, defecte d'oxigen, sòlids totals, sòlids volàtils, nitrògens, tot relacionant el metà produït, en funció de la massa a digerir.

Fer un estudi de viabilitat econòmica, des de l'entrada de matèria prima, fins la venda de potència elèctrica a la companyia local.

Fer visites, fer fotos dels muntatges i les maquines. Rebre explicacions pràctiques sobre el manteniment diari de la central i el seu funcionament. Detallar el sistema i els seus defectes.

L'abast

L'abast del projecte ha arribat fins un estudi teòric, amb les millores que s'han trobat. S'ha pogut contrarestar la situació econòmica sense i amb millora afegida. S'han fet proves d'estabilitat com el FOS/TAC. En la pràctica s'ha treballat sobre el manteniment del motor tèrmic.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

1. Introducció.

Les centrals de biogàs han evolucionat dràsticament, des de 1630, amb Van Helmon, que generava biogàs, mitjançant la putrefacció de restes orgàniques, fins als nostres dies, utilitzant reactors, amb base d'ensitjat i purins en digestió anaeròbica.

La digestió anaeròbia es denomina biometanització, un procés biològic que esdevé, sense la presència d'oxigen. En el procés la matèria orgànica, purins i ensitjat, es descompon, amb l'ajuda de varis grups de microorganismes, fins donar biogàs i digerit.

Els digestors son els recipients on es fa efectiva la descomposició de la matèria. Disparen d'una cúpula de mitja esfera on s'acumula el biogàs. El digerit es una mescla de matèria, que es pot separar, amb un separador. Les fraccions separades son una líquida 70% i sòlida 30%. (Ref. 2).

S'ha decidit treballar sobre el Projecte *Tsalapitsa* (Bulgària), per curiositat de saber més sobre la generació d'energia elèctrica a partir de fonts renovables, millorar el rendiment i l'eficiència a fi de reduir el costos, mentre augmenten els beneficis.

El problema actual que s'aborda, és que la central expulsa calor, que es podria aprofitar per a finalitats externes o vendre's a companyies, així doncs es pretén que aquesta energia sobrant permeti al negoci subsistir, sense ser depenent dels subsidis europeus. A més, d'abordar els problemes de millora dels instal·lacions, per fer-los més eficients.

El treball es centrarà en tres parts principals. El primer apartat tractarà de la producció de biogàs, fent un balanç de matèria, per aconseguir la relació de la quantitat de biogàs i el seu poder calorífic. El següent apartat tractarà del motor de combustió interna, calculant el percentatge de la calor aprofitable. L'apartat final tractarà d'un estudi de rendibilitat econòmica i viabilitat.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Part I

2. Descripció de la Instal·lació

El procés tecnològic de generació de gas consisteix per algunes etapes.












- Recepció i magatzem de purins en piscina i la biomassa verda en forats d'ensitjat.
- En els bioreactors (digestors), s'afavoreix un procés de descomposició anaeròbica.
- El magatzem del biogàs en les cúpules (gasholders) del digestors i el seu assecat.
- Subministrament del biogàs a la instal·lació per una productivitat combinada d'electricitat i energia calorífica.
- Procés de generació de elèctrica i calorífica del cogenerador.
- Distribució de l'energia tèrmica.
- Donar la energia elèctrica a la xarxa pública a companyia subministradora.

La instal·lació està dotada de dues mecanismes d'alimentació de carga orgànica:

- L'ensitjat es afegit a partir del "Sòlid Feeder", que té funció de mesclar la biomassa verda amb un cargol d'Arquímedes.
- L'entrada de purins de vaca i palla de jaça, prèviament tallades, es per bombeig.

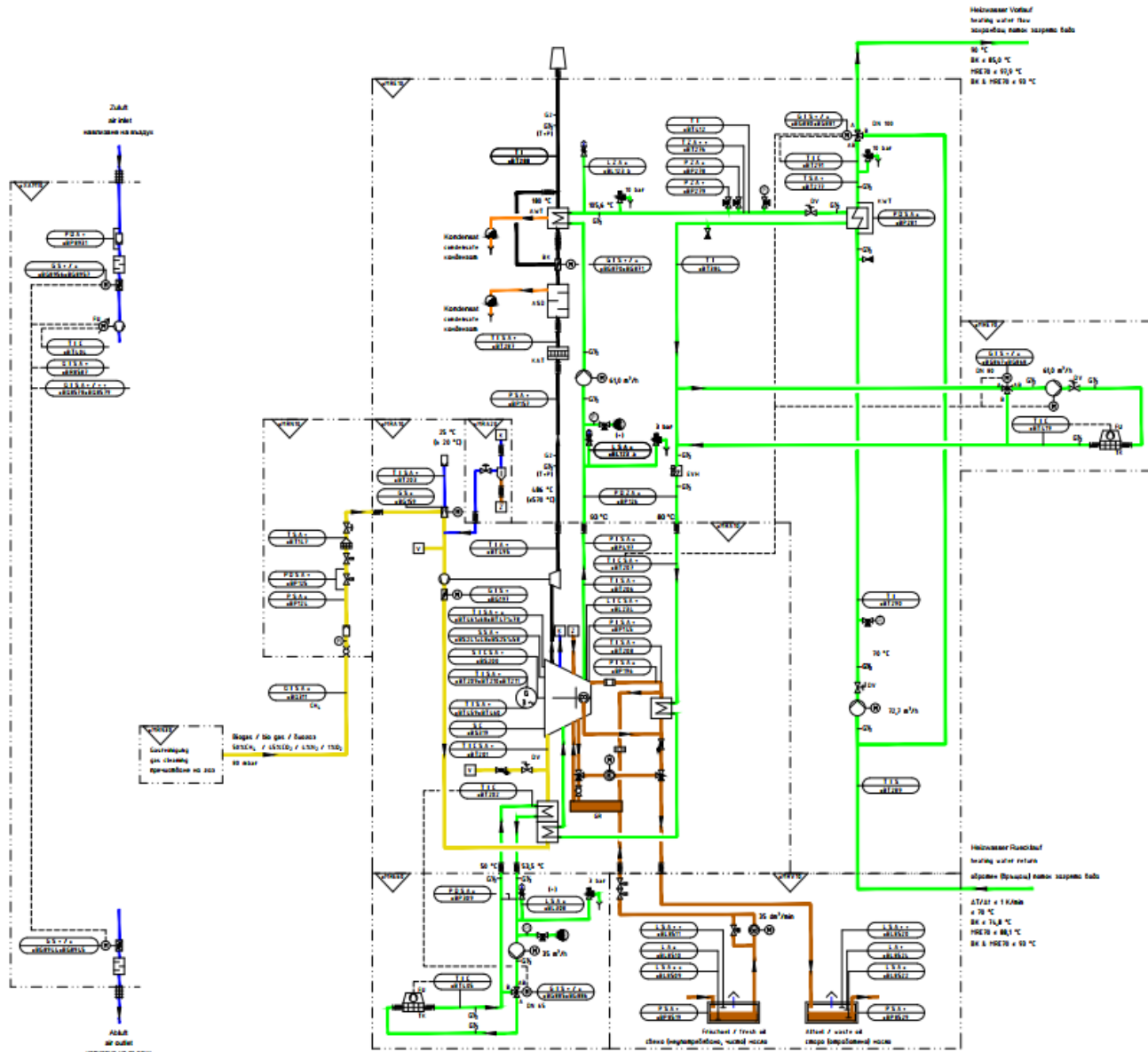
Dos digestors principals de mida igual, amb gasòmetres (gasholders) inclosos en la cúpula. (Dimensions: 25m de diàmetre i 4.5 m altura) i un digestor final (After digester) de la mateixa mida. Dos dipòsit d'emmagatzematge del digerit (laguns). (Dimensions Φ 30m x 6.5m d'altura). Separador de premsa, separació del digerit en fracció líquida i seca, inclou un contenidor recollidor de matèria seca digerida. Equip de cogeneració, amb espai de monitorització i control.

Hi ha un circuit d'escalfament dels digestors i la sala de control. Un sistema de post-tractament del biogàs, que inclou refrigeració natural sota terra i una refrigeració forçada del biogàs. Finalment una càmera de màquines.

 Motor	ASD Exhaust silencer
 Cooler del tipus horitzontal	AWT Exhaust heat exchanger
 Bomba de refrigeració	BK Bypass flap
 Tanc d'expansió	DV Throttle valve
 Intercanviador de calor	EVH Electric pre-heating
 Intercanviador de calor	FU Frequency converter
 Vàlvula de seguretat	KAT Catalyst
 Vàlvula de seguretat	KWT Cooling water heat exchanger
 Vàlvula de tres vies	NK Emergency cooler
 Vàlvula de papallona	TK Table cooler
 Compensador	

il·lustració 1 Elements del sistema

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 2 Diagrama de flux

En el nostre circuit abans i després d'un certs elements, es troba un punt de mediacions, on aquet es considera, el punt mes alt del circuit.

Circuit d'aigua de refrigeració motor

L'aigua [151dm³, glicol 35%, a 1,7 bars de pressió] surt del motor calenta a 93°C, passa per tres sensors (TISA+/BT206; PISA- = BP407; PDZA=BP126), a la primera ramificació hi ha vàlvula de seguretat amb sensor (LSA-=BL123a) i vàlvula de dos vies manual amb manòmetre marcant 3 bars, on a una via hi ha el punt d'omplir el circuit.

A continuació en la segona ramificació hi ha un tanc d'expansió. Després la bomba d'aigua de refrigeració de 11 kw trifàsics, amb un caudal de 61 m³/h. El circuit passa per un bescanviador de calor dels gasos d'escapament, on s'escalfa fins als 105,6°C. Just després hi ha una ramificació amb una vàlvula de seguretat amb sensor (LZA-/ =BL123b). La pròxima ramificació es amb

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

vàlvula de dos vies manual amb manòmetre marcant 10 bars, on a una via hi ha el punt d'omplir el circuit.

A continuació hi ha dues vàlvules automàtiques de 3 vies, amb els seus sensors (PZA+ / =BP270; PZA- / =BP278) i dos sensors apart en el circuit. Una vàlvula de automàtica de tres vies, de sobre pressió indicada, amb la lletra P. Una clau de pas següent, d'un bescanviador, del circuit d'escalfor, per donar energia tèrmica del motor a fer treballs interns, com ara l'escalfament dels digestors.

Després hi ha una rama amb una vàlvula sense sensor i a continuació un sensor (TI / =BT384).

A continuació hi ha una vàlvula de hi ha una bifurcació que tracte el circuit en cas d'emergència.

El circuit està dotat d'una escalfor elèctrica, que s'utilitza per l'arrencada del motor en fred. La temperatura mínima ha de ser d'uns 49°C, per un arrancada segura.

Finalment el circuit passa per un mateix sensor (PDZA- / BP126).

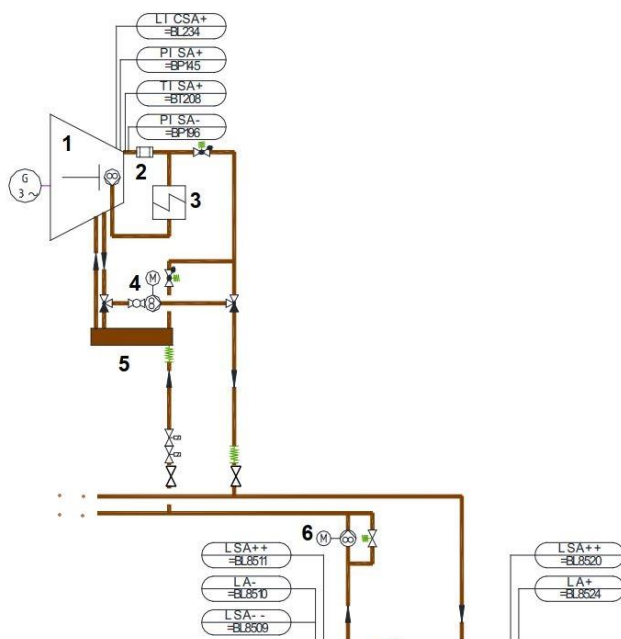
En aquest punt l'aigua entra al motor a 80°C, mitjançant uns compensadors, es així pels mil·límetres d'expansió o moviment del motor. Després passa per un sensor de temperatura (TICSA +=BT207).

L'aigua es dirigeix al bescanviador en el circuit d'oli de refrigeració del motor, on s'escalfa refredant l'oli. Després hi va al bescanviador de calor del circuit biogàs, per donar la calor a la mescla (biogàs i aire).

Finalment entre en el motor, passa a la camisa del cilindre, s'escalfa i surt a 93 °C.

Circuit d'oli de lubricació

Hi ha dos dipòsits un amb oli nou i un amb oli cremat. En cada dipòsit hi ha una sèrie de sensors i elements.



1. Motor a gas
2. Filtre d'oli
3. Intercanviador de calor oli de refrigerant
4. Bomba de lubricació prèvia
5. Tanc d'oli a la base del motor (GR)
6. Bomba d'oli nou
7. Tanc d'oli nou
8. Tanc d'oli vell

il·lustració 3 Parts del circuit d'oli de refrigeració, lubricació

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Sensors depòsit nou: LSA +=BL8511, LA -=BL8510, LSA---BL8509, PSA+=BP8519.

Sensors depòsit vell: LSA +=BL8520, LA +=BL8524, LSA -=BL8522, PSA +=BP8529

En cas de baix nivell o canvi d'oli.

L'oli fresc surt del depòsit nou, al bany de base (685dm³) entra a la base del motor a 35 dm³/min impulsat per una bomba. Paral·lelament a la bomba hi ha una vàlvula que obra a certa pressió. Està fet per preservar la bomba d'oli i no ferla malbé. L'oli passa per dues vàlvules, abans d'entrar a la base del motor.

Consum d'oli a plena carga 0,2 [g/kWh]

En la base del motor surt a dirigir-se cap el carter, on hi cap (265dm³), en cas de baix nivell en el carter. L'oli surt del motor i retorna cap a la base per una vàlvula de tres vies, una via hi va a la bomba auxiliar de lubricació, l'altre via cap a la base.

Després de la bomba auxiliar hi ha una segona vàlvula de tres vies. Una via dona cap al depòsit d'oli cremat i l'altre via per una vàlvula de pas, teledirigida cap al circuit petit de lubricació del motor.

L'oli dins el carter es bombejat per la bomba principal de lubricació, fins una ramificació que dona una al bescanviador de calor del circuit d'aigua de refrigeració i l'altre a la vàlvula de pas cap al circuit gran de lubricació. L'oli es refreda entra a una bifurcació. Una via passa per un filtre i retorna al carter del motor, l'altre via per filtre fins a la base del motor.

La bomba auxiliar elèctrica entre els dos pianos de vàlvules, permeten el recanvi d'oli als 2000 hores. Es tanca la tercera via de la vàlvula cap a la base, mentrestant el circuit provinent del motor va al depòsit d'oli vell per la bomba auxiliar. La segona vàlvula de tres vies tancada cap al circuit de refrigeració i oberta cap el depòsit d'oli cremat. Així es fa el drenatge.

Circuit refrigeració mescla (intercooler)

L'aigua [20dm³, glicol 35%, a 1,4 bar de pressió] de refrigeració entra al bescanviador de la mescla a 50°C, passa per un sensor (TIC /=BT202), que controla la vàlvula teledirigida amb motor elèctric. Surt a 53,5°C passa pel sensor (PDSA -=BP309), troba una bifurcació amb dues entrades, una amb vàlvula de sobrepressió de seguretat amb sensor(LSA -=BL308). L'altre via dona a una vàlvula manual amb manòmetre i entrada d'aigua fresca la circuit. A continuació trobem una nova bifurcació amb un sensor de pressió PI, vàlvula de tres vies i un tanc d'expansió.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

En circuit tancat l'aigua a pressió de 3 bar, entra a la bomba de 35m³/h, passa per una vàlvula de tres vies teledirigida amb sensor actuador (GIS +/- =BG885=BG886). Una via de retorn cap al sistema de refrigeració de la mescla, l'altre via per acabar, en un ventilador de refrigeració (FU Fan Unit) a l'atmosfera. El ventilador es controlat directe per un sensor de temperatura (TIC / = BT405), depenent de la sortida del refrigerant. El circuit s'uneix amb la via de la vàlvula teledirigida i passa pel sensor (PDSA - / BP309) entrada a 50 °C.

Circuit refrigeració d'emergència

El circuit d'emergència, està inclòs en el de refrigeració del motor, on una vàlvula automàtica de tres vies s'obre o tanca parcialment. Aquesta es teledirigida pel controlador (GIS+/- =BG867=BG868) en funció de les temperatures registrades pels sensor (TICSA +=BT207) .Una via dona el bypass directa al circuit, de refrigeració del motor. L'altre via dona a una bomba d'aigua, la d'emergència controlada pel sensor (TICSA +=BT207) i controlador (GIS+/- =BG867=BG868) . Aquesta té caudal 61 m³/h, una vàlvula d'antiretorn i un refrigerador a ventilador. El ventilador (FU) es actuat per un sensor (TIC = BT419). Finalment s'inclou al circuit de ref. motor. El sentit d'aquest circuit es quan no s'ha dissipat prou calor, al circuit d'escalfor destinat pels treballs interns, haver d'afegir una dissipació extra per solucionar el problema.

Circuit escalfor treballs interns

L'aigua es bombeja a un caudal de 72,7m³/h, 70°C. N'hi ha una vàlvula de pas (DV, vàlvula de papallona). A la primera bifurcació hi ha una vàlvula de tres vies amb sensor PI. Després hi ha uns sensor (TI=BT290) i una vàlvula sola abans de bescanviador.

El circuit passa per un bescanviador del circuit de refrigeració motor (KWT, cooling wàter heat exchanger) amb un sensor (PDSA-/BP281). Seguidament en mig de dos sensors n'hi ha un baròmetre indicant 10 bars, amb una vàlvula de dos vies manual, entrada d'aigua fresca al circuit. El primer sensor (TSA+/-BT277) i el segon (TIC=BT291). L'últim sensor i (TICSA +=BT207) donen informació al controlador (GIS+/- =BG867=BG868), que actua sobre la vàlvula de tres vies elèctrica. Aquesta obra o tanca el circuit, regulant el caudal a una via per escalfar els digestors i l'alta via per un by-pass.

Segons els registres de temperatura dels serveis a escalfar (digestors T=55°C), re-circula més o menys aigua calenta. Aquesta aigua a 90°C cap als serveis i de bypass, a una temperatura T ≤ 85°C. En estat d'emergència, agafa una temperatura T ≤ 97,9°C. En emergència i bypass T ≤ 93°C.

L'aigua va als serveis i retorna a una temperatura T ≤ 70°C, quan s'uneix a la recirculació T ≤ 74,8 °C. En cas d'emergència T ≤ 88,1 °C. Emergència i recirculació T ≤ 93 °C. Aquesta passa per un sensor de temperatura (TIS=BT289).

Circuit del biogàs

El biogàs entra a 80 mbar, dirigint-se als sensors de metà (QISA-/BQ311; CH4), entra en el conjunt del component de control del gas. Hi ha una vàlvula d'antiretorn, un sensor PI, un filtre de gas, un sensor de pressió (PSA-/BP124), un sensor de pressió diferencial (PDSA+/-BP125) als dos costats d'una vàlvula reductora. Una segona vàlvula reductora. Un sensor (TSA+/BT147), una vàlvula de pas. A continuació entra al motor per tub de gas flexible.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Passa per un dispositiu motoritzat amb dos sensors de gas (TISA+=BT203; GS-=BG159) en cas de fuga l'extrauen a l'atmosfera. Aquest circuit te connexió amb la ventilació del càrter.

A continuació hi ha un sensor V, despès una bomba de refrigeració connectada amb el turbo. D'aquesta manera el motor s'autoregula xuclant mescla a pressió de 5mm Hg (Zero Pressure System). Aquest sistema treballa amb un rang de pressions [20mbar – 200mbar].

El sistema anterior "Pre-pressure gas control unit" ubicat a la sortida dels digestors bombeja el gas d'entre els rangs de pressió per ser transportat dintre dels tubs de gas [0,5-10bar]

Després n'hi ha un actuator (GIS+/-BG197) amb vàlvula de papallona. Finalment el gas s'escalfa passant per bescanviador del circuit refrigeració del motor. A continuació troba una ramificació amb vàlvula de pas, una vàlvula d'antiretorn i un sensor V. Abans d'acabar al motor el gas passa per un sensor TICS+=BT202).

Circuit gasos d'escapament

Els gasos passen primer pel turbo, un sensor (TIA+=BT495), sortint a 486°C. Després hi ha un KAT(Catalitzador) i posterior un sensor TISA+=BT287. Un dispositiu ASD (Silenciador d'escapament) que provoca un condensat. A continuació hi ha un BK (Bypass Klap), es a dir vàlvula de tres vies per a gasos. Aquesta vàlvula es controla per GIS+/- =BG870=BG871 La via directe dona pas a un bescanviador, al sistema de refrigeració d'aigua del motor, generant un segon condensat. El bypass a 180°C va al voltant. Els dos vies troben un sensor TI=BT288 i surten per la xemeneia.

Comença la construcció: Octubre 2013. El temps de construcció es de 8 mesos.

Posada en marxa : Juny de 2014. La posada en marxa va durar 2 mesos.

2.1. Especificacions:

Capacitat: ±40.000 tones / l'any.

Corrent d'entrada : Principalment fems de porc líquida, blat de moro i palla d'Ensitjat.

Entrada líquida: Els fems de porc i la palla de jaça, en les piscines del recinte, passen a les màquines de preparació prèvia. Es tallen, trituren i bombegen, dins d'una sala, que conte la talladora, la trituradora i la bomba. Una vegada preparat el fluid, s'envia als digestors.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 4 Talladores i vàlvules de control

En el recinte de la central hi ha una piscina coberta, on es descarrega el contingut de purins provinent de les granges vacunes.



il·lustració 5 Piscina i palla de bales a la dreta

La bomba treballa en els dos trams, amb una bifurcació, després del tall. Passa per una trituradora, finalment per la bomba.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 6 Bomba i la trituradora

Cada digester primari s'omple per igual.

Entrada solida: Dipòsit de 80 m³, amb cargols d'Arquímedes, d'entrada de matèria orgànica solida als digestors. Aquest dipòsit funciona com una balança en temps real. Quan s'afegeix massa d'ensitjat, aquest reflecteix als sensors que ho comuniquen, al programa del software que té la fórmula química. L'ordinador decideix, quan i quant posar als digestors, segons les condicions del moment. S'accepta que l'entrada es uniforma i equitativa.

Reactors en mescla completa, via humida, procés en fase termofílica a 55 °C.

Digestors primaris: 2x 2.280 m³. D'aquesta manera s'afavoreix el procés d'hidròlisi dins els reactors, que ve a ser el procés limitant. Per donar-li més temps, s'han fet dos digestors. En el cas més pragmàtic com més temps millor. En una conversa, amb un expert, s'ha arribat a la conclusió que el temps es igual a l'espai control.

Espai=temps de retenció (Annex)

Digestor secundari: 1x 2.280 m³

Post tractament: El digerit està separat per un separador en dues fraccions. Una fracció líquida i una fracció solida. La fracció líquida del digerit, s'emmagatzema en dos tancs de 4 592 m³. Mentre que la fracció solida, s'acumula en contenidor al costat de la separadora. Els dos tancs de la fracció líquida i el contenidor, se'n porten cap el camp directament o després de la separació. El residu, que s'obté, com a producte de la digestió, està degradat o estabilitzat i per tant pot servir d'adob. (Ref. 2 Cap1)

Cogeneració: 1.5 MWe, amb refredador dels gasos d'escapament incorporat. Es genera una energia calorífica, més gran que l'elèctrica. El motor es refrigera, amb dos circuits, amb l'ajuda de dues bombes elèctriques de 11kw i de 5.5kw. Parts s'utilitzen per necessitats internes

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

(escalfor dels digestors, calefacció) i gran part s'expulsen a l'atmosfera. (Es mostra en detall a gasos d'escapament).

2.2. Característiques (donades pel fabricant).

- La planta funciona, amb alta càrrega orgànica (1,5 MW a partir de 4.560 m³ de volum principal de la digestió i 2.280 m³ de volum secundari de digestió.)
- Planta flexible per a diferents corrents d'entrada
- Digestió de palla / fem

2.3. Càlcul de temps de retenció hidràulica.

(1)

$$TRH = \frac{3 \cdot 2.280 \text{ m}^3 \cdot 365 \text{ dies}}{40000 \text{ T}} = 62.4 \text{ dies calculats a partir del volum donat.}$$

Els centrals del model alemany es fan, per temps de retenció hidràulica a 60 dies justos.

El marge de la central o volum útil permet calcular l'altura del digestor com per exemple

$$\frac{2.4 \text{ dies}}{62.4 \text{ dies}} * 100 = 3.85 \%$$

L'altura, sense cúpula, aproximada del digestor es de 4.5m, mentre que l'altura útil mullada es de 4.3 m, amb 20cm de marge. Aquest marge representa la quantitat o metres cúbics que podem introduir instantàniament, sense que surti matèria per dalt.

2.4. Càlcul del volum de marge o marge de carrega orgànica

El marge de seguretat representat per digestor, en total tres, limita el caudal/hora.

Els digestors son cilindres.

Per la facilitat del càlcul podem intuir, que una tona equivaldrà a un metre cúbic.

$$V_{\text{total}} = \pi r^2 * h = \pi * (12.5 \text{ m})^2 * 4.5 \text{ m} \quad (2)$$

$$V_{\text{útil}} = \pi r^2 * h = \pi * (12.5 \text{ m})^2 * 4.3 \text{ m}$$

$$V_{\text{marge}} = V_{\text{total}} - V_{\text{útil}} = \pi * (12.5 \text{ m})^2 * 0.2 \text{ m} = 98.175 \text{ m}^3 \text{ volum lliure en cada digestor.}$$

Comparant, amb la carga diària màxima representa gairebé un dia.

$$\text{Carga dia} = \frac{40000 \text{ T}}{365 \text{ dies}} = 109.59 \text{ T/dia en total per la central.}$$

Aquesta carga es reparteix en tres digestors.

$$\text{Carga dia} = 36.53 \text{ T / dia per cada digestor.}$$

Els dos primaris estan previstos, amb vasos comunicats, omplint per el secundari.

$$\text{Carga hora} = \frac{36.53 \text{ T / dia}}{24 \text{ hores}} = 1.5221 \text{ T / hora} \quad (3) \text{ per digestor nominal en condicions normals de}$$

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

treball.

En cas de que ens interesses tenir menys carga podem parar l'entrada o bé afavorir-la.

En total aquest 3.85 % representa la pujada, que pot durar durant un més, o en canvi

Carga màxima = $1.5221 \text{ T/hora} * 1.0385 = 1,5806 \text{ T/hora}$.

L'altre escenari seria de fer cargues altes esporàdicament. Com per un cas real d'averia en el "Sòlid Feeder", provocant una parada de la carga orgànica. Una vegada resolt el problema teòricament es pot pujar l'entrada temporalment.

Cas 1

Carga = 1.8 T / hora durant 4 hores per una necessitat brusca de biogàs en cas d'haveria o bloqueig de vàlvula o bomba. El motor aniria consumint mentre que acabi les reserves en les cúpules. Aquesta maniobra donaria una solució temporal al problema. No obstant pot ocasionar altes qüestions, que parlarem en l'apartat de d'inestabilitat.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

3. Generació o producció de gas

3.1. Balanç de masses

Els gerents de la central donen per saber els següent balanç fet a ull i dit en una conversa.

Inlet			Outlet			
	Entrada	%		Sortida	%	
Total	5300 kg/h	100 %	Total	5300 kg/h	100 %	
Ensitjat	3300 kg/h	62,26415 %	digerit	4340 kg/h	81,88679 %	
Purins	2000 kg/h	37,73585 %	gas	960 kg/h	18,11321 %	
			solid	1302 kg/h	30 %	del digerit
			liquid	3038 kg/h	70 %	del digerit
		Consum n	750 m ³ /h			
			960 kg/h			

Taula 1 Balanç generació de biogàs

La part seca de l'Ensitjat son 30% ST en massa, mentre que la dels purins ronda uns 10% ST en massa. El contingut restant es una fracció líquida. S'hi posen 1650 kg per hora i 2000kg/h de purins a cada reactor primari.

En la central es considera la següent relació com correcta

$$1\text{kg} = 1\text{ m}^3 = 1000\text{ L}$$

La maquina tèrmica gasta 750 m³ de biogàs hora ((50% metà amb 50% CO₂). (Ref. 13) El mínim caudal de biogàs per alimentar el motor tèrmic.

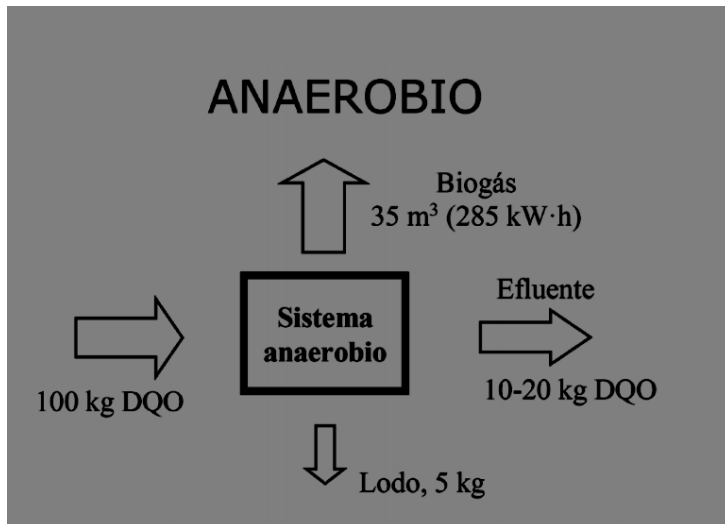
Es considera que la central té un caudal sobredimensionat, a 800m³/h, per cobrir les necessitats en qualsevol moment.

Per saber més del tema s'ha parlat, amb un expert que ha aclarit el tema. Sobre els paràmetre del que depèn la metanització són: Q(caudal), DQO (defecte d'oxigen), ST (sòlids totals), SV (sòlids volàtils). (Ref. 10)

Els sòlids volàtils venen a ser la suma de:

$$SV = \sum(\text{Lípids, Hidrocarburs de cadena llarga i curta, proteïnes, matèria orgànica-lignina})$$

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 7 Procés anaeròbic

S'ha descobert la relació següent:

1kg DQO → 0.35 m³ biogàs CH₄ en condicions normals de pressió i temperatura (0°C i 1 atm).

Això significa que, amb un exemple, d'un únic digester, podem calcular el metà partint dels concentracions d'acetat i la reacció de producció. La transformació del substrat en metà va variant entre 80-90% (il·lustració 7.) de la DQO del substrat eliminat (1-Y), això es $0,95 * Q * (S_0 - S)$, mentre que 20-10% restant es transforma en biomassa.

$$(4) \quad S = \frac{K_s * (1 + \theta K_d)}{\theta(\mu_m - K_d) - 1}$$

Ref. 14

On $\theta = 60$ dias es la retenció hidràulica (V/Q).

Paràmetres cinètics:

$$\mu_m = 0,2 \text{ d}^{-1}$$

$$K_s = 0,15 \text{ DQO AC/m}^3$$

$$K_d = 0,02 \text{ d}^{-1}$$

Per el temps de retenció de 60 dies i els paràmetres cinètics a continuació indicats: es calcula el paràmetre "S".

$$S = 0,03367 \text{ kg DQO/m}^3$$

(5)

$$G = (1 - Y) * Q * (S_0 - S) = 0,90 * 120 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{d}} \right] * \left(60 \frac{\text{kg Ac-}}{\text{m}^3} * \frac{1,07 \text{ DQO}}{1 \text{ kg Ac-}} - 0,3367 \frac{\text{kg DQO}}{\text{m}^3} \right) = 6702,3 \text{ kg } \frac{\text{DQO CH}_4}{\text{dia}}$$

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

[...Considerant la DQO del metà de 2,86 DQO / m³ en condicions normals de pressió i temperatura, la producció volumètrica diària de metà serà de 2 346 m³, corresponents a 0,35 m³ CH₃ /kg DQO eliminant....] Ref. 14

Dades Ref. 11

Valores mitjans segons la fase en RSU(residus sòlids urbans) dades del 2001:

La primera fase, la fase àcida es dissenya, amb altes cargues del ordre de 26 kg/m³ dia de ST i de 24 Kg/m³ dia de SV.

En la segona fase, la fase metànica de 3,4 - 10,4 kg / m³ dia ST i 3,1-8,9Kg/m³ de SV. La màxima eficiència en la remoció dels sòlids volàtils pot ser en aquest cas 85,6%.

Els temps orientatius de retenció hidràulica adequats es van fixar en 2 a 3 dies de la fase àcida i de 12 a 15 dies en la fase metànica.

La composició del biogàs es principalment metà 50% i diòxid de carboni 45%. Composició mostrada a la imatge en percentatge en volum.

Analysis: CO ₂	[Vol%]	45,00
N ₂	[Vol%]	4,00
O ₂	[Vol%]	1,00
H ₂	[Vol%]	0,00
CO	[Vol%]	0,00
CH ₄	[Vol%]	50,00

Calculem la densitat de C₁H₄, CO₂, N₂, O₂ a 0°C i a 1 atm.

il·lustració 8 Composició del biogàs produït, font documents PDF.

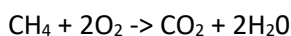
Condicions:

$$T = 273 \text{ }^{\circ}\text{C} + 0 = 273,15 \text{ K}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

3.2. La reacció química de combustió completa del metà al 100% es la següent

Dades: Llibre química segon de batxillerat. (Ref. 12)



Els reactius com ara combustible CH₄ i el comburent O₂ es mesclen, es dona una energia inicial, amb la bugia del motor, consegüentment la mescla explota.

Els productes de la reacció son el diòxid de carboni i l'aigua.

En el nostre cas tenim:



+10₂+4 N₄+45 CO₂ [50CH₄ + 100 O₂ -> 50CO₂ + 100 H₂O] S'afegeixen l'aire que ve per la desulfurització en els digestors, aquesta part en principi no reacciona dins els cilindres, encara que l'hem de tenir present.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs

1.5 MW

$50 \text{ CH}_4 + 101 \text{ O}_2 + 4 \text{ N}_4 + 45 \text{ CO}_2 \rightarrow 95 \text{ CO}_2 + 4 \text{ N}_4 + 10 \text{ O}_2 + 100 \text{ H}_2\text{O}$ (cas ideal teòric)

3.3. Densitats parcials:

Metà (CH₄)

$$\text{MM}_{\text{metà}} = \text{MM de C} + \text{MM de H}_4 = (1 \cdot 12) + (4 \cdot 1) = 16 \text{ g/mol}_{\text{metà}}$$

$$\rho_{\text{met}} = \text{MM} \cdot P/RT = (16 \cdot 1 / 0,082 \cdot 273,15) = 0.714 \text{ kg/m}^3_{\text{metà}}$$

Diòxid de carboni (CO₂)

$$\text{MM}_{\text{CO}_2} = \text{MM de C}_1 + \text{MM de O}_2 = (1 \cdot 12) + (2 \cdot 16) = 44 \text{ g/mol}_{\text{CO}_2}$$

$$\rho_{\text{CO}_2} = \text{MM} \cdot P/RT = (44 \cdot 1 / 0,082 \cdot 273,15) = 1.96 \text{ kg/m}^3_{\text{CO}_2}$$

nitrogen gas N₂

$$\text{MM}_{\text{N}_2} = \text{MM de N}_2 = (1 \cdot 14) = 14 \text{ g/mol}_{\text{N}_2}$$

$$\rho_{\text{N}_2} = \text{MM} \cdot P/RT = (14 \cdot 1 / 0,082 \cdot 273,15) = 0.625 \text{ kg/m}^3_{\text{N}_2}$$

oxigen gas O₂

$$\text{MM}_{\text{O}_2} = \text{MM de O}_2 = (2 \cdot 16) = 32 \text{ g/mol}_{\text{O}_2}$$

$$\rho_{\text{O}_2} = \text{MM} \cdot P/RT = (32 \cdot 1 / 0,082 \cdot 273,15) = 1.43 \text{ kg/m}^3_{\text{O}_2}$$

Densitat biogàs:

$$\rho_{\text{biogàs}} = 0.714 \cdot 0.5 + 1.96 \cdot 0.45 + 0.625 \cdot 0.04 + 1.43 \cdot 0.01 = 1.28 \text{ kg/m}^3_{\text{biogàs}}$$

(6)

La densitat del biogàs depèn de la concentració de metà, es inversament proporcional al metà en el biogàs.

3.4. Càlcul potència del motor

Partint de la consumició coneguda del motor i el balanç energètic:

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Energy balance		100	75	50
Load:	[%]			
Electrical power COP acc. ISO 8528-1:	[kW]	1499	1124	750
Engine jacket water heat:	[kW ±8%]	833	630	451
Intercooler LT heat:	[kW ±8%]	127	87	55
Lube oil heat:	[kW ±8%]			
Exhaust heat with temp. after heat exchanger:	[kW ±8%]	809	663	498
Exhaust temperature:	[°C]	486	510	537
Exhaust mass flow, wet:	[kg/h]	8527	6458	4469
Combustion mass air flow:	[kg/h]	7586	5734	3959
Radiation heat engine / generator:	[kW ±8%]	54 / 45	53 / 36	45 / 29
Fuel consumption:	[kW+5%]	3747	2882	2028
Electrical / thermal efficiency:	[%]	40,0 / 43,8	39,0 / 44,9	37,0 / 46,8
Total efficiency:	[%]	83,8	83,9	83,8

il·lustració 9 Balanç energètic del motor

Fórmules ref. 18.

$$Q1 = Pch * Pod. calorific(7)$$

Pch: Potència consumida por hora [kg/h]

Pod.: poder calorífic [kcal/kg]

Q1: potència útil [kcal/h]

$$We = \frac{Q1 * 427 * \eta_{total}}{3600 * 75} (8)$$

We: potència motor [CV]

Q1: potencia útil [kcal/h]

η: rendiment [%]

Depenent del coeficient "75" o "102", s'obté el resultat de potència en CV o KW.

$$We = \frac{Q1 * 427 * \eta_{total}}{3600 * 102} (9)$$

We: potència motor [KW]

Q1: potencia útil [kcal/h]

η: rendiment [%]

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Projecte		
Poder calorífi	4300 kcal/m ³	
Potència con:	750 m ³ /h	
Q	3225000 kcal/h	
Consum	3750,204 KW	biogàs
η_m .	0,427	
η_{eix}	1	

Potència mecànica = Potència útil		
We	2177,819 CV	
We	1601,337 KW	potència util
We	2147,428 Hp	

Calors de radiació	
Cm	60,00327 KW
X	0,016 coeficie te

Cg	41,33395 KW
----	--------------------

Taula 2 Càlcul potència motor

3.5. Variació dels caudals i producció segons convingui

En aquest projecte s'ha volgut donar solució a la generació de gas. Aquesta obtinguda, variant els caudals d'entrada als digestors.

Malauradament, no s'ha pogut relacionar amb certesa l'entrada per qualsevol massa de purins i ensitjat, amb una sortida de digerit i biogàs. Per aquest problema es necessiten els valors dels paràmetres Q(caudal), DQO (defecte d'oxigen), ST (sòlids totals), SV (sòlids volàtils), descrits en apartats anteriors. S'han obtingut amb certesa, els caudals d'entrada, donats de la central. Així s'han estipulat estadísticament, els valors de la composició sòlid / líquid de cada producte sabent la composició en sòlids.

Es poden considerar els tres reactors com un únic. Amb els coneixements que tenim sobre els paràmetres involucrats.

El balanç ha de ser tal com:

Punt 1 Entrada al digestor: Q(caudal), DQO (defecte d'oxigen), ST (sòlids totals), SV (sòlids volàtils)

Punt 2 Sortida al digestor: Q(caudal), DQO (defecte d'oxigen), ST (sòlids totals), SV (sòlids volàtils).

Balanç= Punt 1 – Punt 2.

Treure conclusions, a partir dels resultats obtinguts. El paràmetre DQO en el balanç, es representatiu del metà produït. Es pot calcular semblant l'exemple descrit anteriorment.

Per poder obtenir resultats vàlids, es necessari disposar d'un laboratori portàtil. Un recomanat a la Jornada BIOMETA de Barcelona (ref. 15), pel Sr Alejandro Rosato en la seva ponència va ser AMPTS. Aquest resulta fora del pressupost del projecte actual. Sent el cost de 3 proves al voltant d'els 1000€.

3.6. Inestabilitat prova FOS/TAC



Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

La concentració d'àcids grassos volàtils (AGV) dins el reactor es un dels paràmetres mes importants per el control del procés anaerobi i més específic per la inestabilitat d'un sistema, que es manifesta per un marcat i ràpid increment en la concentració de AGV, l'indicatiu de fall dels bacteris de la població metanogènica com a conseqüència d'una sobrecarrega orgànica, una disminució de la concentració de nutrients o la entrada de substàncies tòxiques dins el reactor. (Ref.2 Capítol 3)

Un indicador d'inestabilitat es la formació d'àcid propiònic. Si be es cert quan en un reactor anaerobi està sobrecarregat el propionat tendeix a acumular-se provocant una baixada del pH. Aquest àcid resulta molt difícil d'eliminar fins que no s'elimina el subproducte l'hidrogen per les bactèries utilitzadores d'hidrogen. (Ref 2. Capítol 3)

Com a referencia la concentració d'àcids grassos volàtils sol ser inferior a 500mg/L. Sol produint-se la inhibició a una concentració AGV= 5 g/L, encara que s'han vist operacions estables a AGV= 13g/L.

En síntesis el seguiment de la quantitat d'AGV en el efluent pot utilitzar-se com a paràmetre de control, donat el seu augment un indicatiu de desequilibri en el sistema.

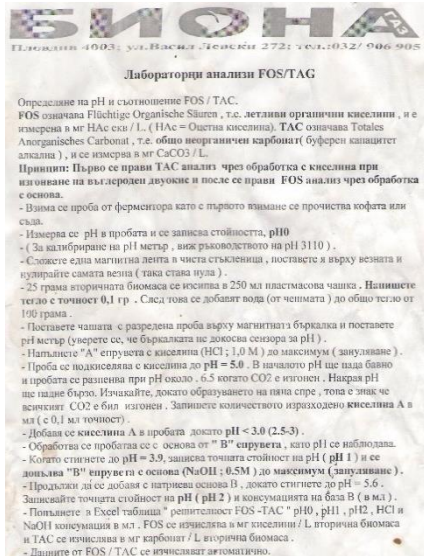
Un altre aspecte a tenir en compte es que la inestabilitat del procés per presència d'altres concentracions de nitrogen amoniacal sol ocasionar acumulació d'àcids grassos volàtils col·lateralment podrien arribar a inhibir totalment el procés. En aquest cas la baixada de pH es podria fer un efecte de control de toxicitat del nitrogen amoniacal desplaçant l'equilibri fins una forma protonada menys tòxica, amb la qual es possible d'arribar a un estat estacionari en el procés desenvolupant-ho de forma estable, amb cert grau d'inhibició encara que, amb producció reduïda.

Per aquesta evident interrelació, el pH, la concentració de d'AGV i la de concentració de nitrogen amoniacal han de ser considerats de manera conjunta quan es pretén establir marges operatius per el funcionament conjunt del procés anaerobi.

Un brusca augment o alliberació de nitrogen amoniacal en unes condicions de pH inapropiada causa forçosament la pèrdua de delicat equilibri entre las poblacions acidogènica y metanogènica, sent les últimes mes sensibles a seva presència en excés, amb el consegüent augment y acumulació d'AGV i afectes associats.

3.7. Anàlisis FOS/TAC

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



Dels anàlisi del laboratori s'obtenen paràmetres com ara els pH per calcular el quocient FOS/ TAC.

El FOS es mesura en mg HAc/L (àcid), mentre el TAC mg CaCO3/L (base).

El principi de funcionament descrit a la fitxa de l'operari es primer fer el TAC anàlisi mitjançant el tractament, amb àcid fent fora el diòxid de carboni. Després es fa el FOS anàlisi mitjançant el tractament, amb base.

-S'agafa prova del digestor sent una neteja del cub o el recipient.

-Mesura del pH en la prova i agafant el valor, pH0. Prèviament s'ha de tenir el pH calibrat.

-Poseu una tira magnètica en un vas de precipitats net. Col·loqueu el vas sobre la balança i feu-la nul·la.

-25 grams de la biomassa secundària s'aboca en un vas de plàstic de 250ml. Escriviu el pes, amb una sensibilitat de 0,1 grams. Després s'afegeixen aigua de l'aixeta fins els 100 grams de mescla.

-Poseu el vas, amb prova dissolta sobre els agitadors magnètics i fiquen el pH-metre. Tot assegurant que la vareta no toca el sensor de pH.

-Empleneu "A" vas de precipitats, amb l'àcid (HCl; 1,0M) fins el màxim (a nul·la).

-La prova s'acidifica, amb l'àcid fins el pH=5.0. En el principi lentament fins a sortir espuma. En pH al voltant de 6.5 quan CO2 es expulsat. Al final pH cau ràpidament. Espereu fins que l'espuma pari, es el senyal que CO2 e expulsat fora. S'apunta la quantitat de l'àcid A ml, amb una sensibilitat de 0,1 ml.

-S'afegeix àcid A en la prova fins obtenir pH < 3 (2.5-3).

-La prova es tracta, amb base del tub d'assaig "B", ens fixem a la variació de pH.

-Quan el pH arribi pH=3.9, s'agafa el valor concret (pH1) i s'afegeix al tub "B" la base (NaOH; 0.5M) fins el màxim (a ser nul·la).

-S'afegeix òxid de sodi B fins que pH = 5.6.

-S'introdueixen les dades al Excel FOS-TAC pH0, pH1, pH2, HCl i NaOH consumició en ml.

El FOS es calcula entre els mg àcids/L biomassa. El TAC es calcula en mg carbonat /L biomassa. Es fa el quocient FOS/TAC. El quocient pot variar entre [0.1-5]. Aquest rang es de l'estabilitat. Fora de rang hi ha inestabilitat en el digestor. Perquè això sigui cert el FOS >6, TAC > 12.

Àcid		Base	
concentració		concentració	
HCl (M)	1,00	NaOH (M)	0,50

(10)

$$Z = \frac{1}{10^{pH1-4,76} + 1} - \frac{1}{10^{pH2-4,76} + 1}$$

Z factor de correcció []

(11)

$$FOS = B * [NaOH] * \left(\frac{1000}{Prova}\right) * \left(\frac{60}{Z}\right) * \left(\frac{1,02}{1000}\right)$$

FOS [mg/L]

B [ml]

NaOH [M]

Prova [g]

Z factor de correcció []

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

(12)

$$TAC = A * 0,5 * [HCl] * (1000) * \left(\frac{100,8}{Prova}\right) * \left(\frac{1,02}{1000}\right)$$

FOS [mg/L]
A [ml]
HCl [M]
Prova [g]
Z factor de correcció []

(13)

$$\frac{FOS}{TAC} = coeficient$$

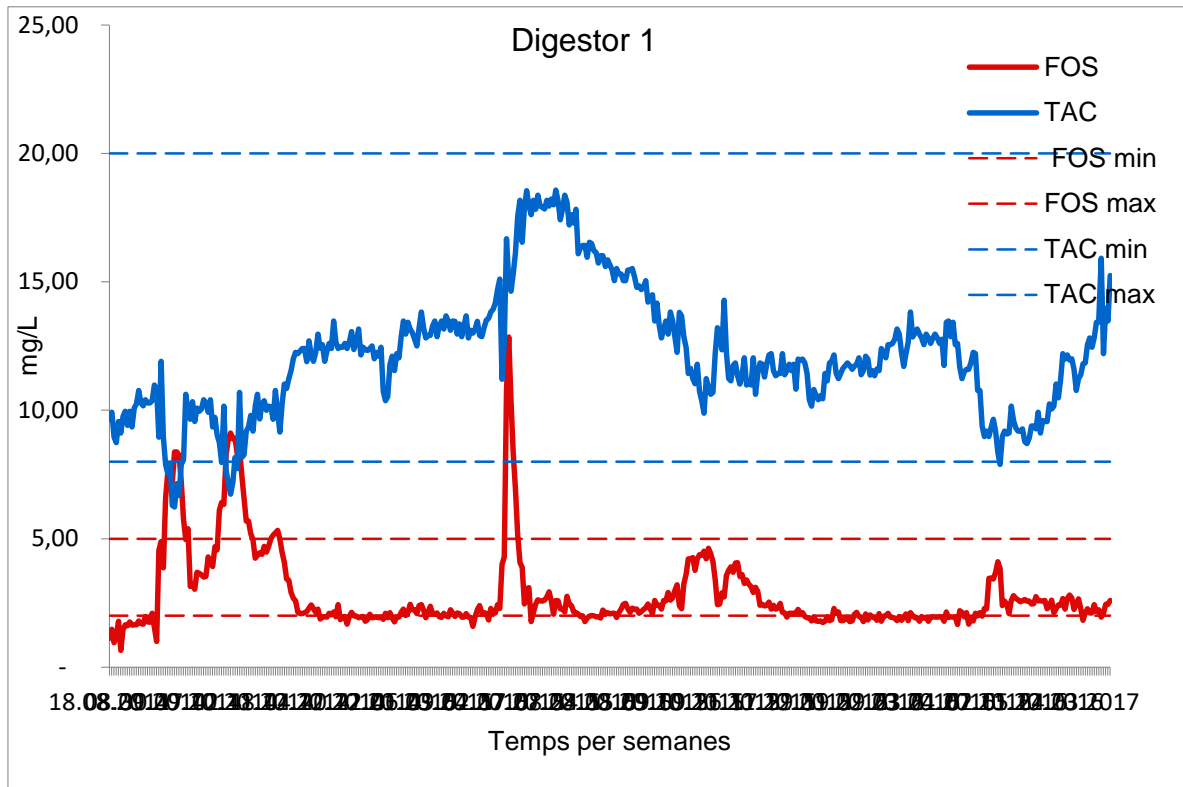
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Digester 1

									<6	>12	0.10 - 0.50
Description	Date	Samp le (g)	A (ml)	B (ml)	pH (0)	pH (1)	pH (2)	Z correction factor	FOS (mg/L)	TAC (mg/L)	FOS/T AC
Digester 1	28/05/ 2014	29,50	9,6 0	2,1 0	8,0 5	3,8 9	5,5 6	0,7443308 9	2,93	16,61	0,18
Digester 1/manure	29/05/ 2014	25,10	7,0 0	2,5 0	2,5 0	3,8 9	5,5 8	0,7496787 8	4,07	14,23	0,29
Digester 1/seed dig	29/05/ 2014	26,00	8,5 0	1,8 0	8,0 9	3,9 0	5,6 0	0,7524153 7	2,82	16,69	0,17
Digester 1/deg from DG01	31/05/ 2014	25,00	7,6 5	1,7 0	7,8 1	3,9 3	5,6 2	0,7498527 5	2,77	15,62	0,18
Digester 1/deg from DG01	02.06. 2014	25,00	7,8 0	1,7 0	7,8 0	3,9 0	5,6 0	0,7524153 7	2,77	15,92	0,17
Digester 1/deg from DG01	04.06. 2014	25,20	7,5 0	1,6 0	7,7 8	3,8 4	5,6 0	0,7663870 8	2,54	15,19	0,17
Digester 1/deg from DG01	06.06. 2014	25,00	7,0 0	1,1 5	7,8 2	3,9 1	5,6 0	0,7499397 4	1,88	14,29	0,13
Digester 1/deg from DG01	09.06. 2014	25,30	8,2 0	1,3 0	7,6 7	3,9 4	5,6 1	0,7447703 2	2,11	16,54	0,13
Digester 1/deg from DG01	11.06. 2014	25,40	8,0 0	1,1 0	7,7 5	3,9 9	5,6 1	0,7310585 0	1,81	16,08	0,11
Digester 1/deg from DG01	13.06. 2014	25,20	8,7 0	1,4 0	7,6 5	3,9 7	5,6 0	0,7341615 8	2,32	17,62	0,13
Digester 1/deg from DG01	16.06. 2014	25,00	7,0 0	1,1 0	7,7 4	3,9 9	5,6 3	0,7359669 6	1,83	14,29	0,13
Digester 1/deg from DG01	18.06. 2014	25,30	6,9 0	1,0 0	7,6 3	3,9 4	5,6 6	0,7567252 3	1,60	13,92	0,11
Digester 1/deg from DG01	20.06. 2014	25,20	6,9 0	1,0 0	7,5 2	3,9 9	5,6 5	0,7407061 2	1,64	13,98	0,12
Digester 1/deg from DG01	23.06. 2014	25,20	7,2 0	1,1 0	7,4 7	3,9 3	5,6 4	0,7546760 9	1,77	14,58	0,12
Digester 1/deg from DG01	25.06. 2014	25,10	7,3 0	1,0 0	7,5 3	3,9 3	5,6 2	0,7498527 5	1,63	14,84	0,1

Taula 3 Dades digester 1

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



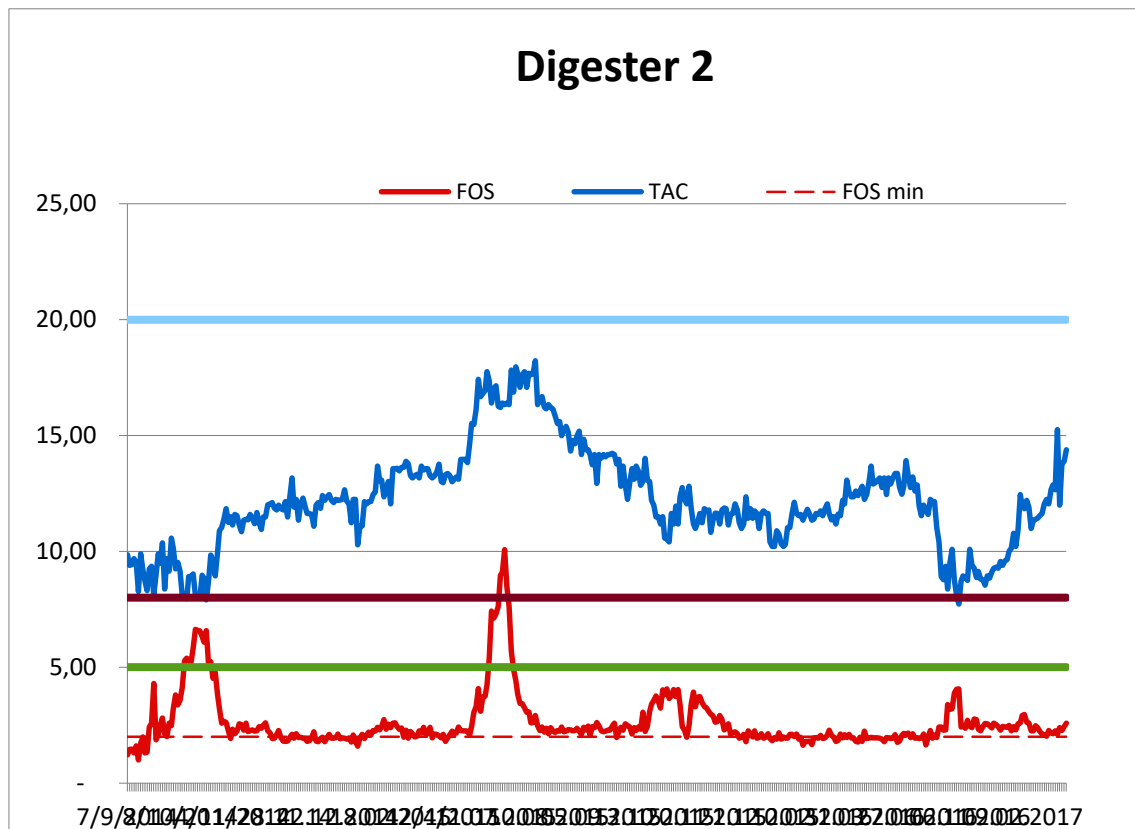
Gràfic 1 FOS/TAC digester 1

Digester 2

Description	Date	Sample (g)	A (ml)	B (ml)	pH(0)	pH(1)	pH(2)	Z correctionfactor	FOS (mg/L)	T
Digester 2	14.07.2014	25,1	4,0	0,3	7,78	4,03	5,67	0,73347260	0,50	
Digester 2	16.07.2014	25,1	3,8	0,2	7,71	3,95	5,67	0,75634022	0,32	
Digester 2	18.07.2014	25,20	3,70	0,40	7,81	3,95	5,65	0,75176653	0,65	
Digester 2	21.07.2014	25,50	3,90	0,40	7,81	4,00	5,63	0,73308613	0,65	
Digester 2	23.07.2014	25,00	3,90	0,30	7,64	3,92	5,62	0,75241537	0,49	
Digester 2	25.07.2014	25,30	5,90	0,50	7,53	3,93	5,63	0,75228558	0,80	
Digester 2	28.07.2014	25,00	4,00	0,40	7,57	3,95	5,61	0,74211890	0,66	
Digester 2	30.07.2014	25,50	5,40	0,50	7,56	3,91	5,64	0,75975761	0,79	
Digester 2	1/8/2014	25,00	4,70	0,70	7,39	3,97	5,64	0,74397945	1,15	
Digester 2	5/8/2014	25,30	4,00	0,50	7,53	3,90	5,63	0,75984273	0,80	
Digester 2	7/8/2014	24,80	4,20	0,50	7,58	4,03	5,63	0,72415975	0,85	
Digester 2	8/8/2014	25,5	4,8	0,6	7,51	3,99	5,62	0,73353413	0,98	
Digester 2	11/8/2014	24,90	4,40	0,70	7,51	3,90	5,66	0,76688918	1,12	
Digester 2	12/8/2014	25,30	4,20	0,30	7,68	4,10	5,61	0,69672453	0,52	
Digester 2	14.08.2014	25,40	4,20	0,70	7,59	3,96	5,75	0,77036305	1,09	
Digester 2	15.08.2014	25,10	4,10	0,70	7,54	3,95	5,64	0,74941787	1,14	

Taula 4 Dades digester 2

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



Gràfic 2 FOS/TAC digestor 2

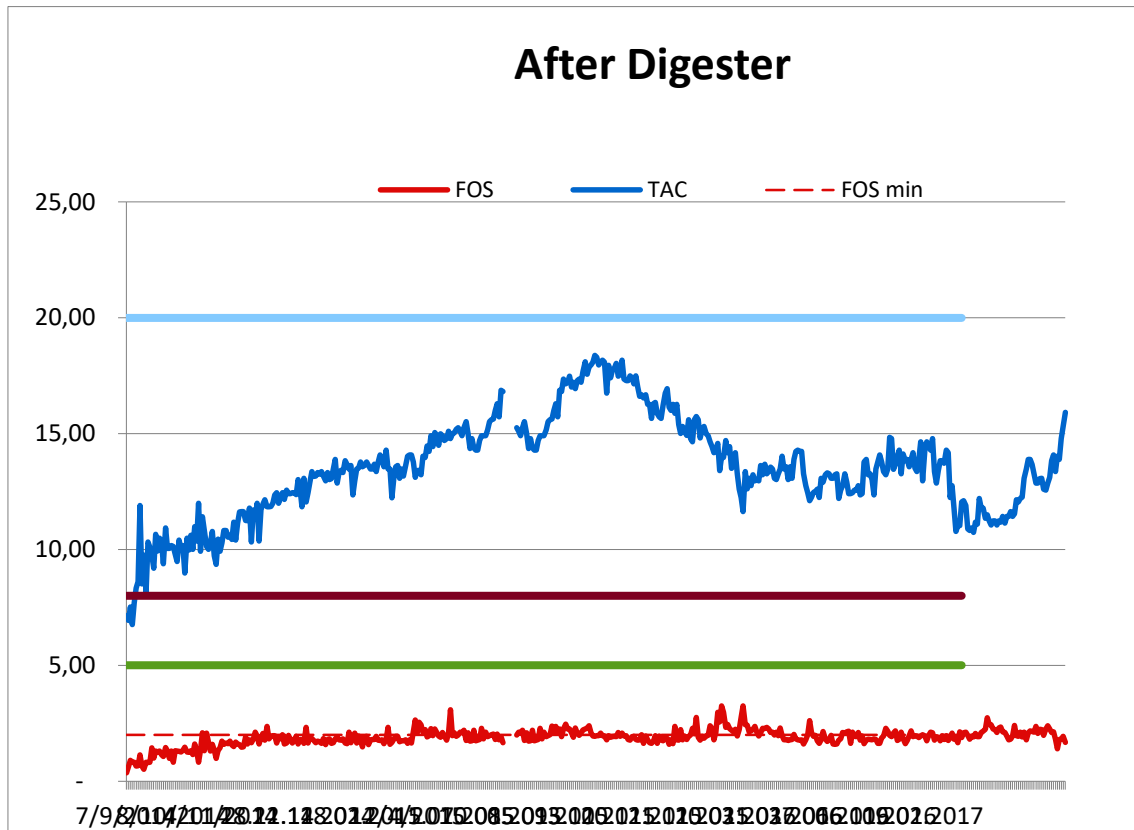
Digester 3 After digester

Description	Date	Sample (g)	A (ml)	B (ml)	pH (0)	pH (1)	pH (2)	Z correction factor	<6	>12	0.10 - 0.50
									FOS (mg/L)	TAC (mg/L)	FOS/TAC
After Digester	02.07.2014	25,00	3,50	0,20	7,63	4,12	5,55	0,67406337	0,36	7,15	0,05
After Digester	4/7/2014	25,00	3,40	0,40	7,67	3,98	5,89	0,78864844	0,62	6,94	0,09
After Digester	7/7/2014	25,10	3,70	0,60	7,60	3,92	5,95	0,81306086	0,90	7,52	0,12
After Digester	9/7/2014	24,90	3,30	0,50	7,82	3,96	5,66	0,75137734	0,82	6,76	0,12
After Digester	11/7/2014	25,20	3,80	0,50	7,59	3,99	5,66	0,74301341	0,82	7,70	0,11
After Digester	30.07.2014	25,10	4,10	0,40	7,79	4,00	5,67	0,74239898	0,66	8,34	0,08
After Digester	1/8/2014	24,90	4,20	0,40	7,57	3,99	5,63	0,73596696	0,67	8,61	0,08
After Digester	5/8/2014	25,30	5,90	0,70	7,58	3,93	5,62	0,74985275	1,13	11,90	0,09
After Digester	7/8/2014	25,20	4,20	0,40	7,70	3,96	5,67	0,75364375	0,64	8,51	0,08
After Digester	8/8/2014	25,10	4,80	0,30	7,66	4,10	5,69	0,71535800	0,51	9,76	0,05

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

After Digester	11/8/2014	25,1	4,0	0,5	7,7	3,9	5,6	0,74985275	0,81	8,13	0,10
After Digester	12/8/2014	25,70	5,2	0,5	7,6	3,9	5,6	0,74158895	0,80	10,33	0,08

Taula 5 After Digester



Gràfic 3 FOS/TAC After Digester

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

4. Tractament del biogàs

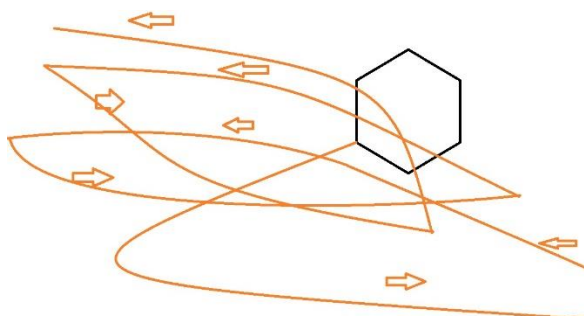
4.1. Condensació de parts d'aigua

Refrigeració sota terra.

El gas surt dels digestos s'envia sota terra a 15 metres de profunditat, per unes serpentines per refredar-se de forma natural en tubs d'ascens continu, eliminant les parts d'aigua. En aquest mètode s'aconsegueix que la majoria de la humitat continguda en el gas pugui condensar. Els gerents de la central han observat que no era suficient sobretot en l'estiu i s'ha instal·lat una refrigeració forçada per l'assecat del gas.



il·lustració 10 Sortida biogàs digestor, vàlvules antiretorn.



il·lustració 11 Circuit refrigeració natural

Refrigeració forçada.

Com la seva placa indica, el sistema s'afegeix l'any 2017 com a una addicional de la refrigeració i assecat del biogàs produït. Aquest extra es encarregat a l'empresa Tomika- Metal, fet d'acer inoxidable, amb les característiques:

Refrigerador amb àrea total 16,4 m².

Volum	184l	Temperatura mínima permesa TSmin	7 °C
Pressió màxima permesa	0,16 bar	Temperatura. màxima permesa TSmax	40 °C
Data/Pressió examinada	17/03/17 / 0.3bar	Pressió de seguretat	-

Taula 6 Dades tècnics espai de tubs

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Volum	150l	Temperatura mínima permesa TSmin	7 °C
Pressió màxima permesa	6 bar	Temperatura. màxima permesa TSmax	40 °C
Data/Pressió examinada	17/03/17 / 8.7bar	Pressió de seguretat	-
Informació Administrativa			
Número de sèrie	117 131 01 01	Numero de referencia	-
Estàndard	EN 134443:2014	Grup del fluid/ Producte	Grup III / aigua-biogàs
Massa de l'equip	780 kg	Material	14307/14404
Fabricant	Tomika- Metal AD.	Adreça	Carrer "Brezhovsko Shose" 17, Plovdiv, Bulgaria.

il·lustració 12 Dades espai entre tuberes

El biogàs produït va en un tub negre de ralla taronja, s'enfreda fins 23 °C, passant pel fluid fred, para que el vapor de aigua condensa en seva majoria. Justament despres la tuberia esta pujant fins trobarse amb el fluid calent escalfantse a 43 °C i humitat relativa ≤ 50 %. El biogàs sec passa per un filtre de partícules de carboni, actiu i es enviat al circuit de subministrament del motor tèrmic.



il·lustració 14 Circuit calent a baix, circuit fred a dalt.



il·lustració 13 Sensors de temperatura sistema

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 15 Compressor de refrigerant, corretja motor elèctric.



il·lustració 16 Filtre de carboni actiu, a l'esquerra tubular, a la dreta càmera de màquines.



il·lustració 17 Placa del sistema, vista a prop.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 18 Caixers refrigerant, compressor.

Una solució molt simple per assecar el gas es trobar aigua subterrània en la parcel·la de "Tsalapitsa". Fer un circuit d'aigua de refrigeració, dintre d'un pou improvisat a 20 -25m de profunditat. L'aigua dins els pous a la regió geogràfica de Plovdiv es manté constant una temperatura a prop dels 10°C a l'estiu i els 7 o 8°C a l'hivern. Els rius subterranis mai congelen. El gas que surt del After Digester ho fa a una temperatura de 60 °C, 800m³/hora.

Quan aquest baixa de temperatura, la seva humitat relativa tendirà a pujar fins el moment de saturació. Es quan condensarà, es recol·lecten els parts d'aigua condensada i el gas es torna a escalfar fins a temperatura de servei 43°C. El punt de rosada es aquesta temperatura en la que el gas comença a condensar, s'agafa com bona la temperatura més baixa del sistema de refrigeració forçada (29 °C).

(14)

$$HR = \frac{P_{vap}}{P_{vap\ sat}} \leq 50\%$$

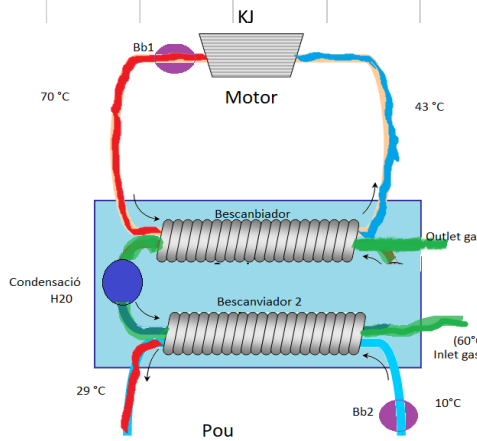
Per el bon funcionament de la maquinaria es necessita un gas sec.

(15)

$$Q = m * C_v * T$$

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

		Assecat	fase	Refrigeració		
Biogas					Aigua pou	
Equació			$Q_g+Q_a =$	0	Equació	
	$Q = m \cdot C_v \cdot \Delta T$					$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$
Dades:					Dades:	
Caudal gas	800 m ³ /h				Ta cal	29 °C
Tg cal	60 °C				ρ	999,77 kg/m ³
ρ	1,28 kg/m ³				Ta ref	10 °C
Tg ref	29 °C				Ce	4,192 KJ/K*kg a 10 °C
Cv	1,7 KJ/K*kg				Qa	14,99022 KJ
m	0,284444 kg/s				m	0,188206 kg/s
calor que hem de cedir al biogàs						
Qg	-14,9902 KJ					
Es dimensiona una bomba de 0,9 m						
bomba 1	VIPH-81T					
Caudal	0,9 m ³ /h					
-	15 l/min					
Potència	0,8 hp					
Consum	0,6 kw trifasic					
Preu bomb	218 €					
Presostatc	20 €					
Mano d'ot	300 €					
Instalació	538 €					
		inclòs fer el pou, els tubs i muntatge				
					Bescanviadors	No s'ha tingut en compte Ta ambient i perdues
Cost energètic bb1					$\eta=1$	
Energia electrica consumida					Preu produ	230,7641 €/ MWh
La energia no tindrà cost s'agafa com treballs interns					Preu xarxa	48,97436 €/ MWh
surt mes a compte consumir a xarxa						
E	5,256 MWh	anual(no bisisesto)				
Cost energ	1212,896 €	de producció				
Cost energ	257,4092 €	de xarxa				
		fase			Escalfament	
Biogas		s'agafa que el gas no canvia de densitat amb la temperatura			Circuit motor	
Equació					Equació	
	$Q = m \cdot C_v \cdot \Delta T$		$Q_g+Q_a =$	0	$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$	
			1kWh	3600 KJ		
Dades:					Dades:	
Caudal gas	800 m ³ /h				Ta motor	70 °C
Tg cal	43 °C				ρ	999,77 kg/m ³
ρ	1,28 kg/m ³				Ta cal.	43 °C
Tg ref	29 °C				Ce	4,19 KJ/K*kg a 70 °C
Cv	1,7 KJ/K*kg a volumen ct				m	0,059841 kg/s
m	0,284444 kg/s				Qa	-6,76978 KJ
Q	6,769778 KJ					
					Energia mc 0,00188 kWh en forma de calor	
Es dimensiona una bomba de 0,3 m ³		Cost energètic bb2				
bomba 2	DA 80T				Caudal mínim bomba 2	
Caudal	0,3 m ³ /h				Caudal aig 0,215476 m ³ /h	
-	5 l/min	Energia electrica consumida				
Potència	0,8 hp					
Consum	0,59 kw trifasic					
Preu bomb	294 €	E	5,1684 MWh	anual(no bisisesto)		
Presostatc	20 €	Cost energ	1192,681 €	de producció		
Mano d'ot	300 €	Cost energ	253,1191 €	de xarxa		
Instalació	614 €					
		Es fa a la rama circuit escalfor digestors				
Cost sistem	1152 €					



Caudal mínim bomba 1
Caudal aig 0,677697 m³/h

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Taula 7 Càlcul millora

Per aquesta millora no s'ha tingut en compte l'impacte mediambiental que pot provocar la mateixa, es a dir les directives i legislacions europees de contaminació del medi ambient per biomassa.

4.2. Purificació i bombeig del biogàs

4.2.1. Eliminació de sulfurs

Primer l'aire passa per el carbó actiu, amb el fi de ser filtrat i es dirigeix a cada un dels tres digestors, de forma constant. En el interior te un torus perforat que alimenta d'oxigen al 4% en volum al biogàs produït. El perquè, es la formació de diòxid de sofre, que es deposita en el fons dels digestors, en forma d'àcid (H_2SO_4). Es pretén tenir el gas sense restes de sulfurs.

Els gerents afirmen de netejar els digestors cada 5 anys.



il·lustració 19 Caudals d'aire , cap als digestors

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

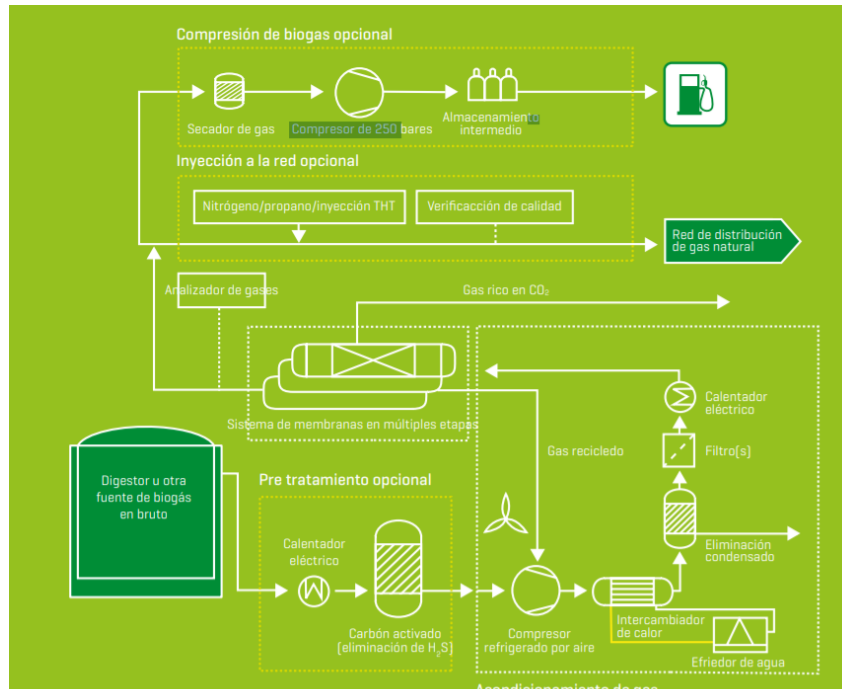
4.2.2. Depuració de biogàs per la seva injecció en la xarxa

Tabla de selección

Carborex	Caudal de Biogás (Nm ³ /h)							
Caudal	300	200	950	500	650	800	1000	1500
Modelo	HS-100	HS-200	HS-300	HS-500	HS-650	HS-800	HS-1000	HS-1500

DMT Caborex 100 es un sistema, que té caudal 100m³/h. Permet la depuració del gas, que no crema dins del motor, sinó va a l'atmosfera.

- Purificació del metà al 88%-99%
- Caudal regulable de 0% al 100%
- Posada en marxa de 3 – 5 minuts
- Sistema modular
- Emissions de metà ≤ 0.5 %
- Dimensions 13.4m x 2.7 x 3.5 [m]
- Energia consumida 0.25 kWh/Nm³



il·lustració 20 Sistema depuració, fulletó BIOMETTA 2018

El gas sobrant de la producció passa pel tractament previ, sent opcional, no necessari en els casos d'haver tractat els sulfurs anteriorment. Consisteix en un escalfador i un filtre de carboni actiu.

El gas es comprimit una vegada per un compressor a 200 bars, de la compressió el gas s'escalfa i necessita refrigeració. Després passa per un bescanviador de calor, que refrigera amb aigua.

Una vegada el gas es refrigerat passa per un sistema de condensat, per eliminar els parts d'aigua. Després va a filtres i a continuació a un escalfador elèctric. El gas escalfat, esta per sota de 50 % d'humitat relativa, s'envia a membranes en múltiples etapes. Les membranes de múltiples capes retenen les molècules de metà, metre que el diòxid de carboni es separat i expulsat a l'atmosfera.

El gas resultant es pràcticament metà, passa per un analitzador de gasos i va a:

- Opció 1 verificador de qualitat i finalment es distribuït a la xarxa de gas natural.
- Opció 2 Assecador de gas, compressor de 250 bars i magatzem en botelles de metà per vehicles.

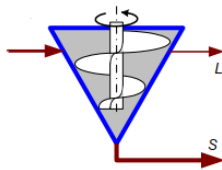
La creació d'una estació de metà per les vehicles d'empresa, com ara cotxes, tractores, bobcats, podria ser una finalitat sostenible d'aquest gas.

4.3. Tractament fracció líquida – solida

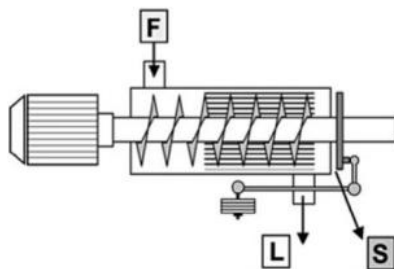
Consisteix en separar els sòlids d'un flux (semi) líquid, en dues parts, una solida i l'altra líquida per filtració per pressió. (Ref. 4)

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

General diagram



il·lustració 21 Diagrama separador de prensa



il·lustració 22 Dibuix tècnic separació sòlid líquid

Procés

Es un procés físic que consisteix en aplicar pressió, a fi de separar per filtració els sòlids suspesos i els dissolts, continents, en dues fraccions diferents. El material digerit, per separació, entra per un forat cilíndric de dimensió (0,5-1mm), per la pressió negativa i la gravetat. El líquid passa pel cilindre, per l'efecte del cargol d'Arquímedes es premsat i deposita en la part inferior. La fracció líquida s'envia a un dels dos depòsits que té la central.

Al final la matèria, seca es pensa axialment contra una placa. S'assegura una pasta amb contingut alt de matèria seca. Quan puja la pressió de la prensa, puja qualitat de la fracció seca (ref.4).

Un dels subproductes es la part seca, rica en N,P,K, servint encara d'adob, podríem assecar-la, empallegar-la i posar la en sacs. A vegades tot aquest propòsit te un valor afegit, que es vendria com adob concentrat sec, sense olor.

Consum:

0.1-05kWh/m³

Eficiència:

Flux de massa sortint com percentatge de fracció líquida 75%-90%.

Problemàtica:

Encara que l'agregació de partícules pot afavorir la retenció de la prensa, aquests no tenen efecte significatiu.

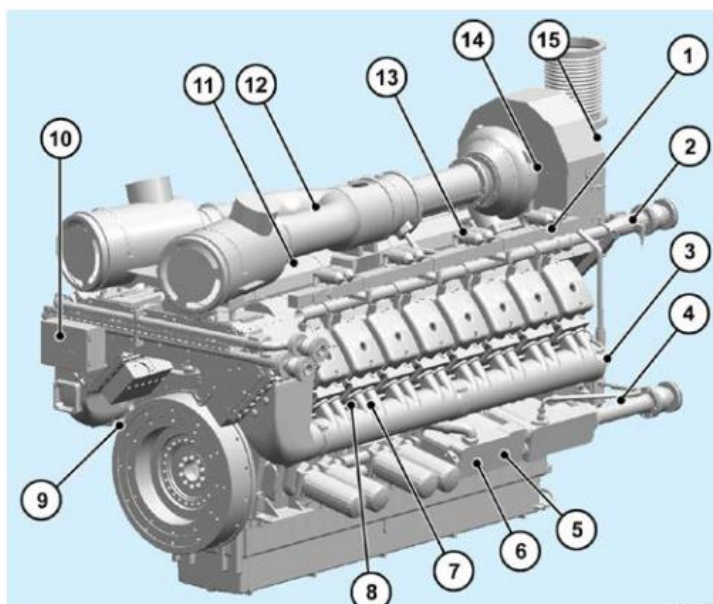
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Part II

5. Maquina tèrmica

El motor tèrmic a gas esta equipat, amb sensor de monitoritzat i control. En la configuració en V, tenim un rail per cada costat A i un per B. Aquest bus està connectat, amb el TEM System. En el motor totes les parts necessiten tenir connexió a terra, són unides, amb rail de coure. Aquest esta connectat a si mateix al sistema de terra del switchgear. Tots els sensors de control estan arribant a una caixa de terminal en el motor.

1. Rail multi funció part B
2. Sensor temperatura del refrigerant (sortida motor)
3. Sensor temperatura de la mescla
4. Sensor temperatura del refrigerant (entrada al motor)
5. Sensor temperatura oli lubricació
6. Sensor pressió oli lubricació
7. Sensor Knock (per cada cilindre)
8. Sensor temperatura cambra de combustió (per cada cambra)
9. Sensor de puls per volant d'inèrcia
10. Unitat control d'ignició
11. Palanc actuador (pedal gas)
12. Motor pas a pas carburador
13. Bobina d'incendi (per cada cilindre)
14. Sensor velocitat sortida de fums turbo
15. Sensor temperatura sortida de fums turbo



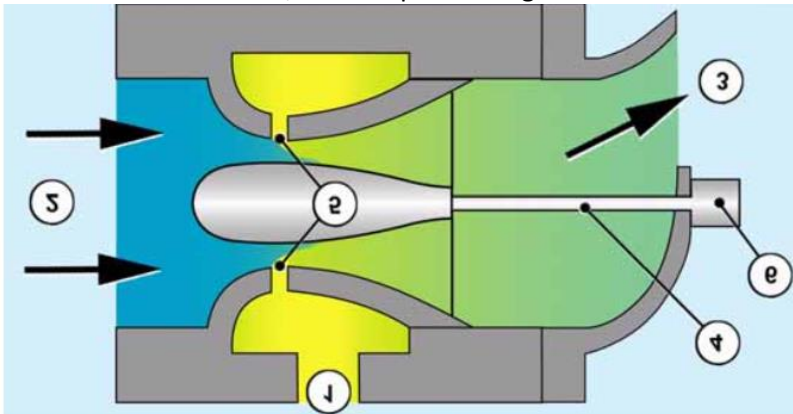
il·lustració 23 Parts del motor tèrmic MWM TCG 2020 V16

Un tren generador es diu que arranca en fosc, quan es realitza el procediment sense la lubricació prèvia, posada en marxa de bombes refrigeració de l'aigua. El generador s'arrenca directament després de tancar el contacte de la demanda per la TEM. Les bombes de refrigeració s'inicien una vegada hi han font d'alimentació auxiliar. A mes el motor tèrmic a gas, s'arrenca sense la comprovació de pèrdues de la línia de control de gas. Aquest tipus d'arrencar, nomes es podria utilitzar en casos d'emergència. Segons el fabricant no més de tres vegades a l'any, per el gran desgast que sofreix la maquinaria.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

5.1. Carburador

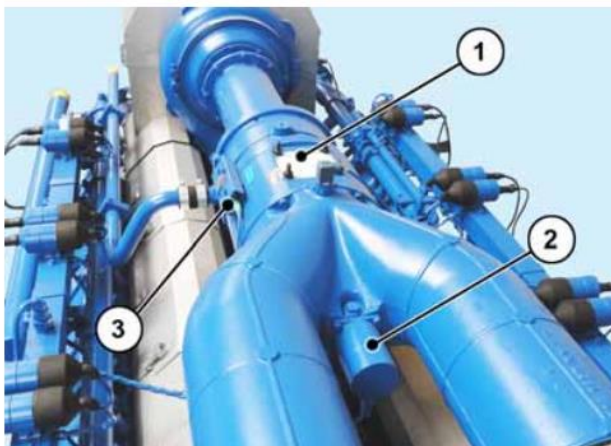
La mescla de gas i aire es fa immediatament abans del turbocompressor en el carburador. El mesclador utilitza l'efecte del tub Venturi, un tub de flux afavorit per una gradual expansió. El disseny segons el fabricant té poca pèrdua de pressió, per tant assegura omplir els cilindres amb quantitat suficient. El flux té velocitat màxima en el seu punt més baix. L'aire flux central es mescla radialment des de fora, amb el biogàs per depressió, amb l'ajuda de anells segellant. Aquesta tipus de mescla té en favor que la quantitat de biogàs respecte l'aire es gairebé constant, encara, amb grans canvis en el caudal d'admissió i per una franja de temps molt curt es deixa la finestra lambda, on es l'operació segura i econòmica.



il·lustració 24 Carburador

1. Entrada Biogàs
2. Entrada aire
3. Sortida de la mescla
4. Connexió motor pas a pas.
5. Anell o segment
6. Motor pas a pas.

Per saber on esta cada component tenim el següent diagrama.



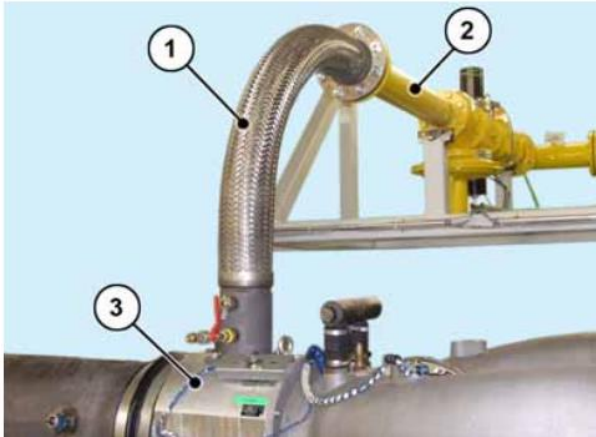
il·lustració 25 Admissió motor tèrmic

1. Carburador
2. Motor pas a pas
3. Clau

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Connexió al carburador del tubs de gas

La connexió de la zona de potencia i la zona de línia de gas es fa mitjançant un tub flexible. El tub flexible fa la tasca de compensació i absorció de les vibracions de la unitat de potencia i els tubs fixats de la planta.



il·lustració 26 Subministrament de biogàs, tubs flexibles

1. Tub flexible.
2. Tub rígid
3. Carburador

5.2. Carga. Parell resistiu originat per l'alternador (load step)

Els load steps son la capacitat de portar carga i la capacitat de deixar anar la carrega. La carga del motor augmenta pas a pas des de el 0% fins el 100%. A cada pas es necessari afegir un temps de recuperació per a la maquina. (segons DIN ISO 8528 part 5). S'observa una caiguda de velocitat en el motor, quan se li aplica una carga. Aquestes passos de carrega deuen observar-se, inclús en els casso que deixem anar la carrega del motor.

El fabricant dona saber que el descens de carrega des de qualsevol percentatge a 0% es generalment acceptada. (Ref. Instalation directive).

En el nostre cas pel motor TCG 2020 tenim que:
Moment d'inèrcia del generador $\leq 57 \text{ kgm}^2$

Condicions:

Aire = 30°C

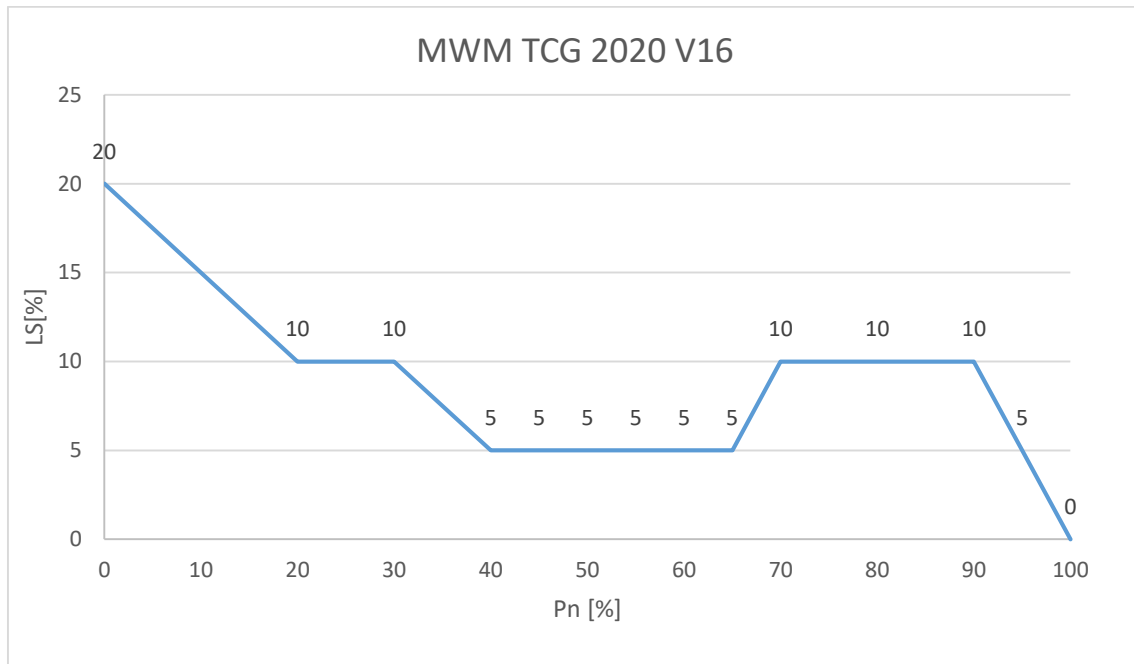
Intercooler temp = 50°C

Para complir els passos de carrega, el sistema deu de tenir uns mínims complerts com ara 100mbar pressió mínima e gas, la línia de controlador de pressió de gas fins la vàlvula de gas mixer ha de ser 1.5m de longitud, el motor reescalfat, condicions ISO. Consideració: quan connectem bombes o compressor per exemple, necessari considera la switching power no la nominal.

Pn [%]	T [s]	N [%]
0-20	15	11
20-30	15	10
30-40	15	9
40-45	15	9
45-50	15	8
50-55	15	7
55-60	15	7
60-65	15	7
65-70	12	7
70-80	12	7
80-90	12	7
90-100	12	7

Taula 8 Passos de càrrega

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



Gràfic 4 Pas de carrega motor TCG 2020 V16

Pn : Carga activa [%]
LS : Carga pas a pas [%]
 $T_{f,in}$: Temps de recuperació [s]
N : caiguda de velocitat [%]

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

6. Fonts de calor residual

6.1.1. Irradiació de la calor

El fabricant dona una fórmula de la calor per radiació del motor.

(16)

$$Q_m = \frac{P_m}{\eta_m} * X$$

Q_m = calor radiada del motor [kW]
 P_m = Potència mecànica del motor [kW]
 η_m = eficiència mecànica del motor [%]
 x = porció radiació [%]

(17)

$$Q_G = (P_m - P_G)$$

Q_G = calor radiada del generador [kW]
 P_M = Potència mecànica del motor [kW]
 P_G = Potència del generador [kW]

Potència mecànica = Potència útil		
We	2177,819 CV	
We	1601,337 KW	potència util
We	2147,428 Hp	
Calors de radiació		
Cm	60,00327 KW	
X	0,016	coeficie te
Cg	41,33395 KW	

6.2. Gasos d'escapament, camisa del motor, intercooler (bescanviador).

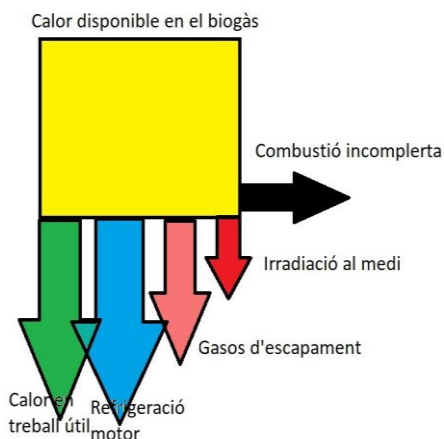
Es pretén arribar a totes les fonts energètiques. En una conversa s'ha arribat al valor dels treballs interns que inclouen l'escalfament dels digestors anaeròbics. Aquest equival a del 15% de la calor aprofitable (ref. 13).

A continuació es fa el balanç de la calor.

(18)

$$P = Pr + Pg + Pi - Pti$$

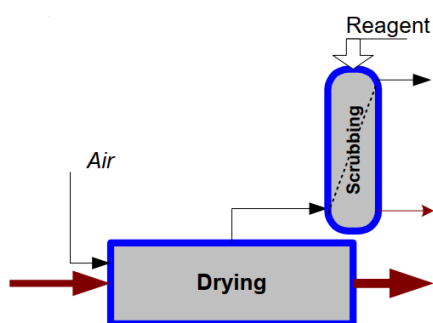
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



Calor aprofitable		
Refrigeració moto	833 KW	22,23112 %
Gasos d'escapame	809 KW	21,59061 %
Intercooler	127 kW	3,389378 %
Treballs interns	265,35 KW	7,081665 %
Total	1503,65 KW	40,12944 %

6.3. Assecament termal

L'objectiu del procediment es obtenir un producte sec a partir dels purins i que sigui fàcilment manejable. Es fa a partir de la fracció sòlida. Es pretén preservar la majoria dels nutrients (N:P:K), abaratint el transport (pneumàtic o cinta), emmagatzematge (sitja) i la posada en terra. Dependent del contingut dels purins, tindrà un procés previ d'evaporació (ref.4)



il·lustració 27 Diagrama assecat termal

Procés

L'aigua procedent de la suspensió prèviament centrifugada o el concentrat d'un procés d'evaporació s'elimina (vaporitzant) aplicant calor. La calor vindrà del procés combinat de generació (CHP).

Gasos

Les emissions gasoses de l'assegador han de ser filtrades per un "scrubber" o filtre. La filtració evita l'amoníac (NH₃) o emissions compost orgànics volàtil. Si la procedència del producte es de digestió anaeròbica, com es el cas, el biogàs produït cobrirà l'energia termal necessària. Aquests valors varien d'entre 10-20% de l'energia produïda. Es necessària una acidificació del procés per control d'emissions d'amoní (NH₄⁺). Les mesures de control donaran un producte pobre en nitrogen (N).

Efectes mediambientals

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Existeix un risc potencial per pol·lució a l'aire. La solució es un filtre als gasos expulsats a l'atmosfera.

Els riscos a l'aigua i el sol són per metalls pesats present en l'assecat. Les concentracions dependran dels purins provinents. L'últim factor es limitant pel seu ús en campo d'adob. En cas de no pel·letitzar es necessita de proveir d'una maquina per deposició al camp. La matèria obtinguda es en forma de pols.

Efectes en favor

Producció seca (-85% de l'aigua) i manejable, amb moderades concentracions de N (-95%), mentre que fòsfor (P) i K potassi) es conserven.

Matèria orgànica estable, lliure de patògens i llavors. El producte es considera esterilitzat. Es tanca el cycle dels nutrients. Baixa la sinització de fertilitzants químics provinents del petroli. El transport surt viable a distancies llargues.

Consum

15-18Kw/m3 per S/L quan els purins varien d'entre 25-30% ST.

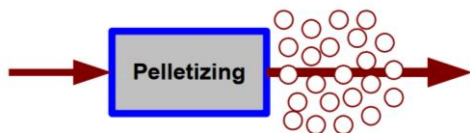
Producció/mercat

En el mercat europeu el pellet de purins (producte sec i pel·letitzat) varia d'entre 30-55€ /t (ref.4). Quan no es pel·letitzat, el preu es menor (25-30€/t) .

6.4. Pel·letització.

La pel·letització es el procés de motle, l'assecat en forma de pellet per obtenir un producte mes fàcil per transportar i aplicar a terra. Els pellets son partícules petites, majoritàriament creades per compressió del material original i temperatures.

Els pellets incideixen per pressió contra una matriu foradada, amb la mida adequada. Finalment surten modelats a la forma.



il·lustració 28 Procés de pel·letització



il·lustració 29 Màquina a l'esquerra i pellets produïts a la dreta.

Efectes mediambientals

Risc d'emissions per pols. Es necessari la posada de "recyclers" per la pols emesa.

Consum

15Kw/t d'energia per pel·letitzar.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

7. Generador d'electricitat

Conceptes:

Estató: Part fixada de la maquina, formada per tres debanats separats 120° en l'espai, del entreferro estan sotmesos al camp magnètic giratori, del rotor i generen la tensió trifàsica.

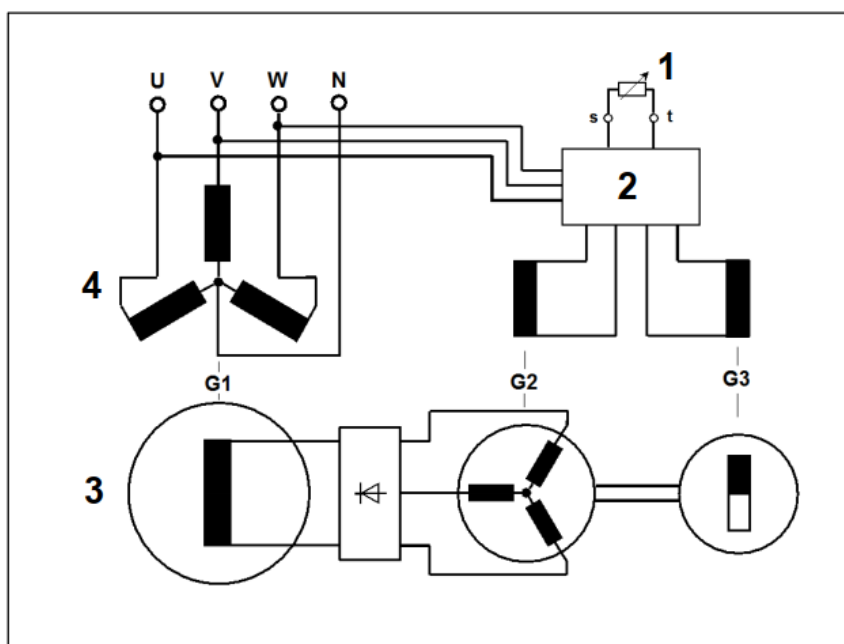
Rotor: Part en moviment de la maquina, inclou el debanat d'excitació que genera el flux magnètic. Transforma l'energia mecànica que entra per l'eix en forma de $(\Gamma.\omega)$ en energia elèctrica al estató.

7.1. Maquina síncrona

El generador en el cas es Marelli MJB 500 LA4, 400v trifàsic , 50 Hz, 1500 rev, 1500 Kwe. Generador tipus "brushless" in-runner, rotor intern, dos coixinets, maquina síncrona.

Regulador de voltatge.

El regulador de voltatge deixa constant el voltatge del generador. Normalment ve instal·lat a la terminal o en el switchgear. Funció principal en la figura següent.



1. Ajustador en punt d'ajust
2. Regulador de voltatge
3. Rotor
4. Estató

G1 Debanat del estató
G2 Debanat del rotor
G3 Excitatriu auxiliar
Fases (U,V,W)
N Neutra

La FEM del regulador de voltatge es proporciona a partir de l'excitatriu auxiliar G3, que està acoblat a la cola del rotor. L'excitador trifàsica G2 rep subministrament de tensió a partir del regulador del voltatge. El voltatge entregat del rotor trifàsic es rectificat per un pont de díodes rectificadors i donat com a CC, al rotor G1. En ordre d'obtenir

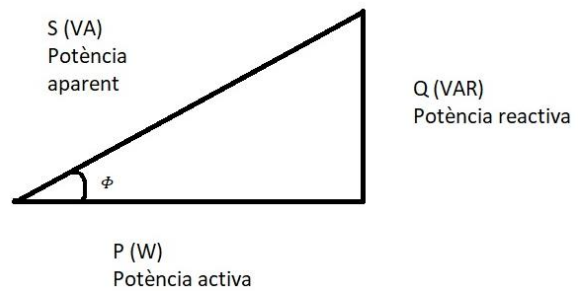
il·lustració 30 Esquema connexions del generador Marelli MJB 500 LA4

un voltatge a nivell constant, tenim que als terminals del generador, amb carrega alternativa es necessari fer un ajust dinàmic a la FEM que arriba al rotor. Aquesta funció l'assumeix el regulador de voltatge.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

7.2. Connexió a la xarxa

En xarxa l'accelerador del motor tèrmic, controla la potència activa. Recordem que la freqüència, y la tensió es fixada per la xarxa. La corrent d'excitació de l'alternador, controla la potència reactiva.



il·lustració 31 Croquis triangle de potencies

(19)

$$P = \sqrt{3} * Ub * I * \cos(\phi) \quad [W] \quad \text{potencia activa,} \quad (20)$$

$$Q = \sqrt{3} * Ub * I * \sin(\phi) \quad [VAR] \quad \text{potència reactiva,} \quad (21)$$

$$S = \sqrt{3} * Ub * I \quad [KVA] \quad \text{potència aparent,} \\ \text{Si pugem la corrent d'excitació, puja la FEM, U.} \quad (22)$$

	$Ub = E \pm R * \vec{I}$
Ub tensió en terminals de maquina	[V]
E força electromotriu	[V]
R resistència debanats	[Ω]
I intensitat en l'induït	[A]

La fem ve donada per: (23)

	$E = Ke * \Phi * \omega$
E força electromotriu	[V]
Ke constant de FEM	[]
Φ flux magnètic	[Weber]
w velocitat de sincronisme	[rad/seg.]

Depenent de la velocitat de sincronisme, o sigui els revolucions del motor (1500rpm). Els altres paràmetres son fixes.

El par del generador ve en funció d'una constant, el flux magnètic i el fasor de la intensitat produïda.

(24)

	$\Gamma = Kt * \Phi * \vec{I}$
Γ par electromagnètic	[N.m]
Kt constant	[]
Φ flux magnètic	[Weber]
I intensitat en el induït	[A]

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Mentre que la fi ve donada per una constant addicional i la intensitat d'excitació.
(25)

Φ flux magnètic	$\Phi = Kf * Iex$ [Weber]
Kf	[]
I intensitat d'excitació	[A]

En el moment de sincronisme nosaltres necessitem iguals freqüències (f), igual tensions (V) i fase (U,V,W). Son dues màquines, que estan molt semblants. Una vegada tanquem l'interruptor la freqüència ve marcada per la xarxa. Si la velocitat s'ha transformat en una cosa fixe com la velocitat de sincronisme, nomes queda lliure el parell. La tensió també es governada per la xarxa.

7.3. Funció en illa

En illa l'accelerador del motor tèrmic controla la freqüència, mentre que la corrent d'excitació del alternador controla la tensió.

Descripció general.

Elèctricament hi ha diferent possibilitats d'operar, amb els generadors. En la majoria dels casos, estan connectats paral·lelament a una xarxa pública. La xarxa esta vista com un sistema, amb una gran inèrcia, que no baixa o puja el nivell del voltatge o freqüència depenent de la carga local dels consumidors individuals.

El generador està "dissenyat" per operar paral·lelament a la xarxa, per aquest motiu el funcionament en illa està com una cosa addicional, pels casos sense o xarxa no continua disponible.

En aquesta mode el fabricant assegura no poder controlar la potencia del generador, amb el sistema TEM.

D'aquesta manera el control de potencia es desactiva, operant el conjunt, amb control de velocitat per mantenir la freqüència constant . En mode d'isolació la TEM sistema no afectarà l'operació, la carga del motor.

Per aquesta raó els condicions de límit seran la temperatura de l'entrada d'aire i l'aigua de refrigeració.

Hi ha dues possibilitats de funcionament possibles:

- Operació d'isolació després d'haver estat paral·lelament a la xarxa.

En una operació normal el tren de generació a gas funcionarà paral·lel a la xarxa publica. Cada es controlat pel TEM sistema. La freqüència (50 Hz) i el nivell de voltatge (15 000V) estaran marcades per la xarxa publica. En cas de fallida, el circuit de separació s'accionarà d'immediat. Els motors de gas donaran servei als consumidors sense interrupció.

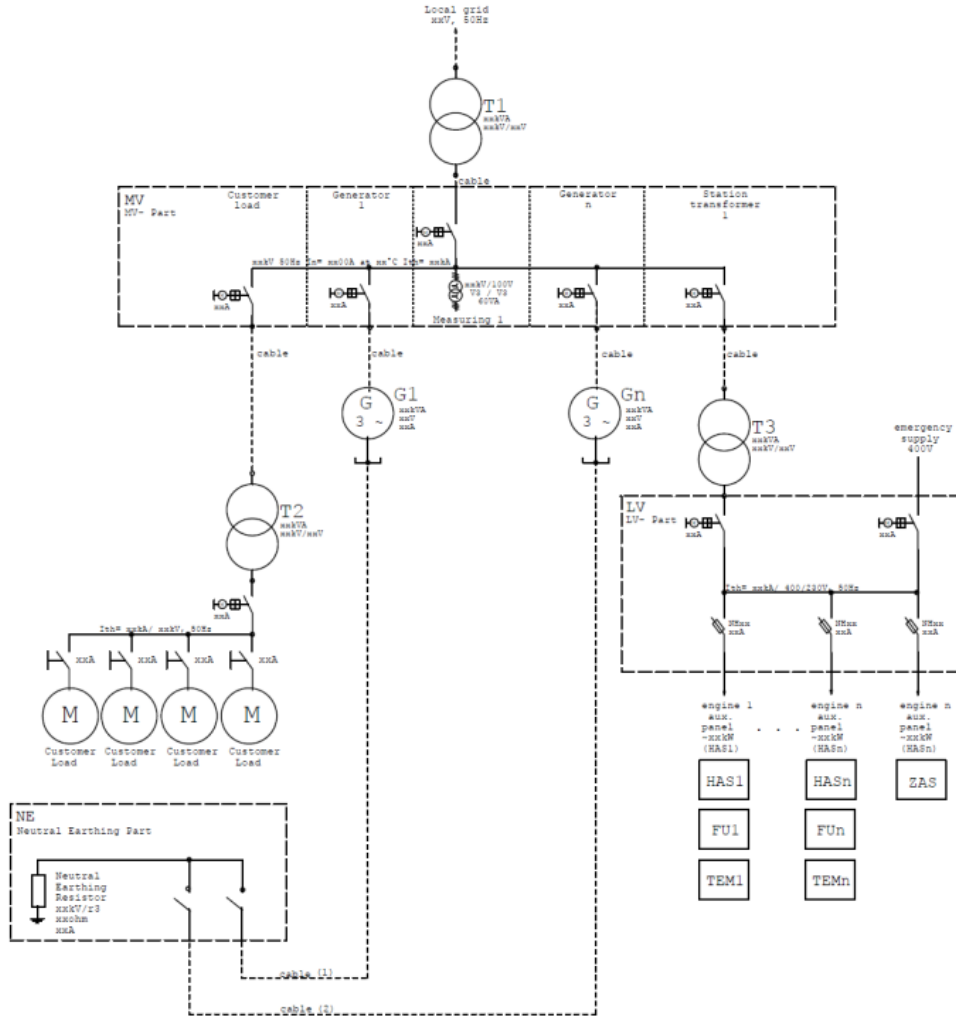
En la diagrama següent es mostra un circuit típic d'emergència:

Els generadors a gas donaran un servei als consumidors mitjançant un transformador auxiliar.

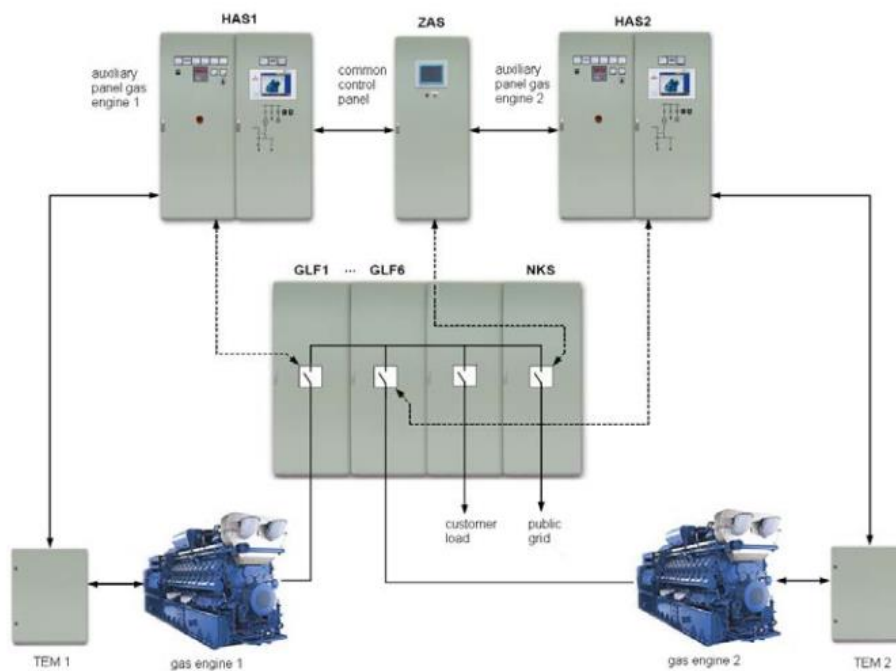
En cas d'un problema, amb la xarxa el circuit obrira i els gneradors a gas donaran servei a la tota la planta. Normalment la transició de xarxa a isolació causa una pujada brusca en la carga.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs

1.5 MW



il·lustració 32 Esquema configuració en illa o xarxa (part elèctrica)



il·lustració 33 Esquema illa o xarxa (part motor tèrmic)

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Si la carga excedeix uns límits predeterminats, el turbocharger del conjunt generador, es posarà bombejar i en casos extrems el motor s'apagarà. Podria originar directament un blackout.

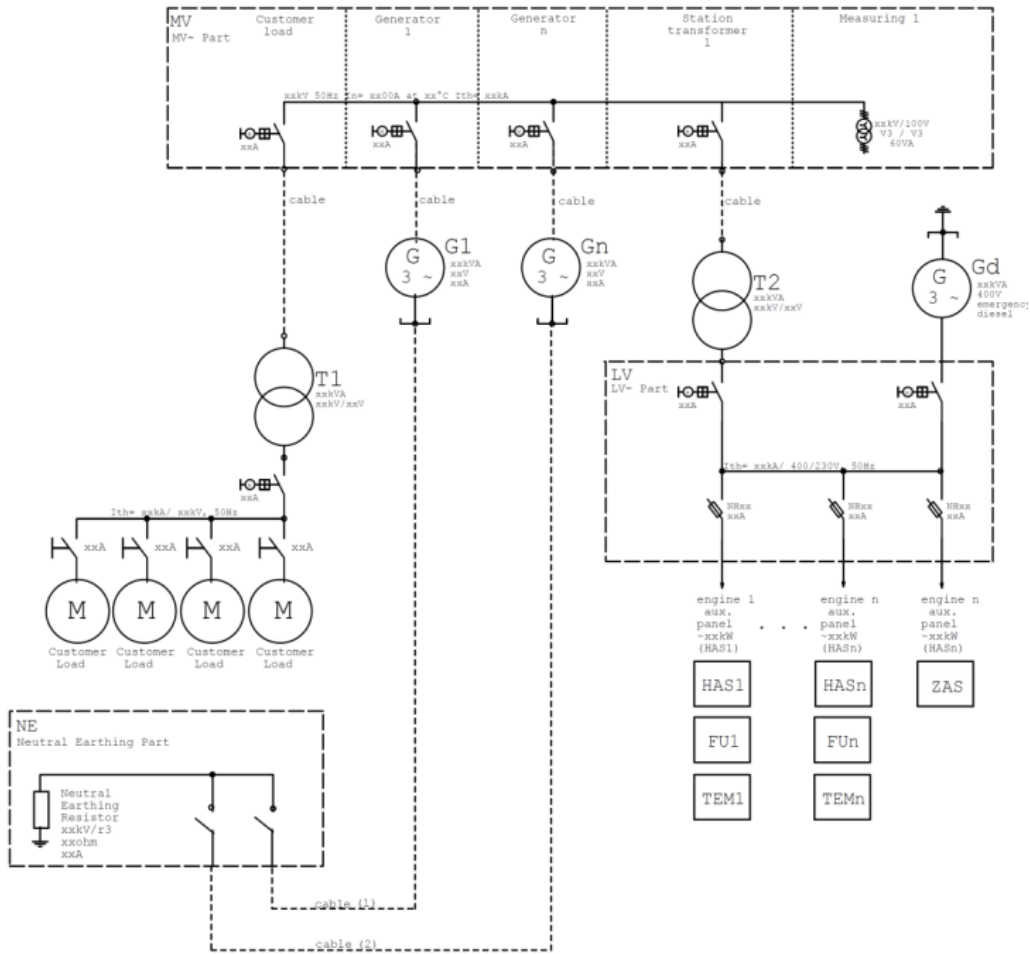
- Operació d'isolació sense una xarxa pública.

En operació en illa es important la arrancada i els interruptors automàtics de carrega (load switching), també les proteccions de sobrecarrega (load shedding). Es necessari segons el fabricant d'un dièsel d'emergència o UPS com a auxiliar per la pre-lubricació i el after cooling del motor.

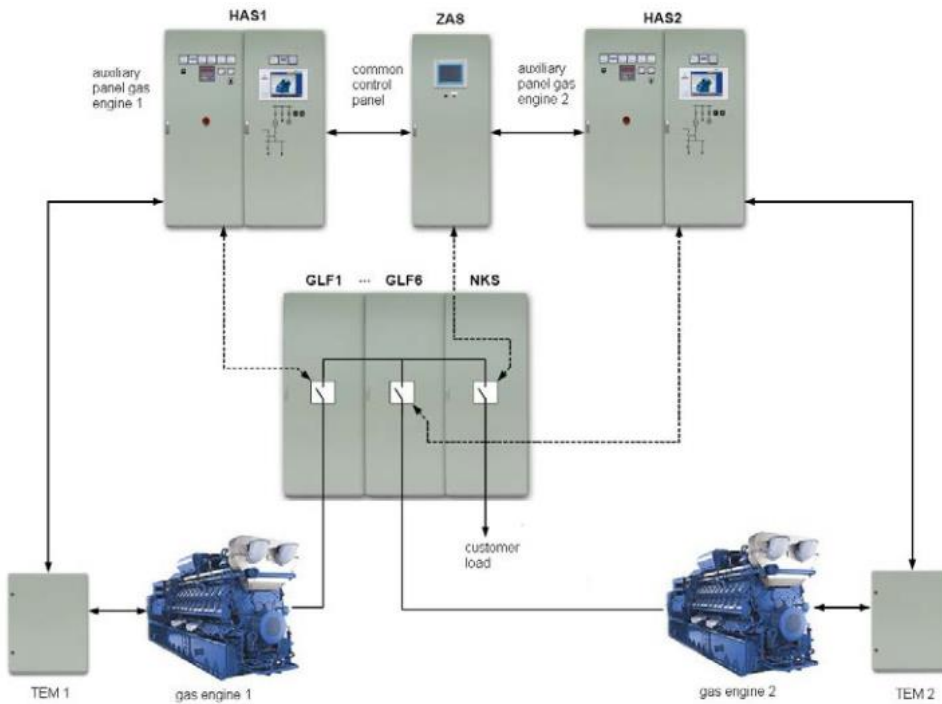
El diagrama següent ens mostra una configuració típica en mode operació en isolació. El dièsel d'emergència està connectat a un panel de 400 V. Arrenca el motor dièsel per donar servei als panells auxiliars. Després el primer tren generador a gas arranca donant servei als consums dels consumidors i els auxiliars, gracies a un transformador auxiliar. Una vegada fet això, el generador dièsel pot ser apagat.

Si algun dels operadors decideix apagar el sistema, tots els trens generadors a gas, excepte un, son posteriorment apagats posteriorment i han sigut refrigerats. Ara el generador dièsel s'arranca per i es sincronitza, amb el embarrat dels auxiliars. Una vegada es fet això, el separador del transformador pot obrir i l'últim tren generador a gas pot ser apagat i refrigerat. Es molt important que la calor de la turbina s'expulsi després d'apagar, de forma per protegir de sobreescalfament. Quan s'acabi el període després de la refrigeració (after cooling period), la TEM pròpia apagarà el tren generador auxiliar i el generador dièsel.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 34 Esquema a illa



il·lustració 35 Esquema illa part motor

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

7.4. Tipus de control



il·lustració 37 Multi Controlador (Relay) Woodward MFR3, connectat a xarxa.

Els controladors funcionen de manera diferent depenent de si estem en xarxa o en illa.

El control, la protecció i la connexió a la xarxa es fan mitjançant un controlador de multi funció (Woodward MRF3), que governa la operació en xarxa, els controls del generador i les proteccions. Aquest es troba en el caixer HAS nº 16A1 i comunica amb el panel GLF, on es troba l'interruptor manual 7Q1.

Controls principals

- Sincronitzador per 1 o 2 breaker/s
- Operació en illa
- Operació de xarxa en paral·lel
- Softloading
- Velocitat/freqüència/potència activa
- Tensió /factor de potència
- Carga/ VAR compartir fins a 14 generadors
- Potència real remota consigna (0/4 fins 20mA)

Control de la dinàmica
Proverete daniye na indikatora i kontrolnye lampi na raspredelitelnoy ustroystvo.
Sledzhatelno rukovodstvo za eksplotatsiya na kontrola na dinamiya.
Op kontrola na dinamiya treba da se vzyemat rabotnye stoynosti i da se sravnit sly stoynosti v protokola za vlyazhdenie v eksplotatsiya.
Alio imo stoynosti izlyazh zona na tolerans, treba da se potyrsy prichinaty i nezabavno da se ostranyat.
Dinamiya
Proverete dinamiya za plavny kod i shum.
Alio dinamiya ne raboty plavno ili se chuyat nenormalny shum, treba da se potyrsy prichinaty i nezabavno da se ostranyat.
Sistema za zasmykavanye na vlyazh.
Proverete vizualno indikatora za tekhnicheskoy obsluzhivanye na zasmykavatsya filter.
Priz neobkhodimost zasmykavatsya filter treba da se smenyat.
Smeyka na zasmykavatsya filter - vlyazh rabotna karta B-3-B.
Sistema za obrabotkennyye gazovy.
Kontrol na sistematy za obrabotkennyye gazovy, karko i na vsychny svyazany s ni chasty, za nenormalno polozheniye i uplyatennost.
Alio bydat ustanovlennyy defekt, ty treba da se ostranyat nezabavno.
Газовая система
Проверка на наличие газа в регулируемой зоне на газе - в работе работа карта B-3-B.
При необходимости требуется да се смени вентиль на засмукваща филтър.
Контроль на работоспособности на газовой системы, както и на всички связанные с ней части.
Алио быдат установлены неисправности, трябва да се потърси причина и да се отстранят незабавно.
Система на смазочното масло
Контроль на работоспособности на контуре на смазочного масла, както и на всички связанные с ней части.
Алио быдат установлены неисправности, трябва да се потърси причина и да се отстранят незабавно.
Контроль на уровня смазочного масла в дневных резервуарах, репл, резервуара за приток масла.
Алио се установи понижа на смазочное масло, ty treba nezabavno da se kontrolirovat.
Система на охлаждащата течност
Контроль на работоспособности на контуре на охлаждащата течност, както и на всички связанные с ней части.
Алио быдат установлены неисправности, трябва да се потърси причина и да се отстранят незабавно.
Генератор
Проверка генератора за шум.
Алио се чуят ненормалны шумове, треба да се потърси причината и незабавно да се отстранят.

il·lustració 36 Passos a seguir per comprovacions de l'operari (al costat del controlador).

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

7.5. Proteccions

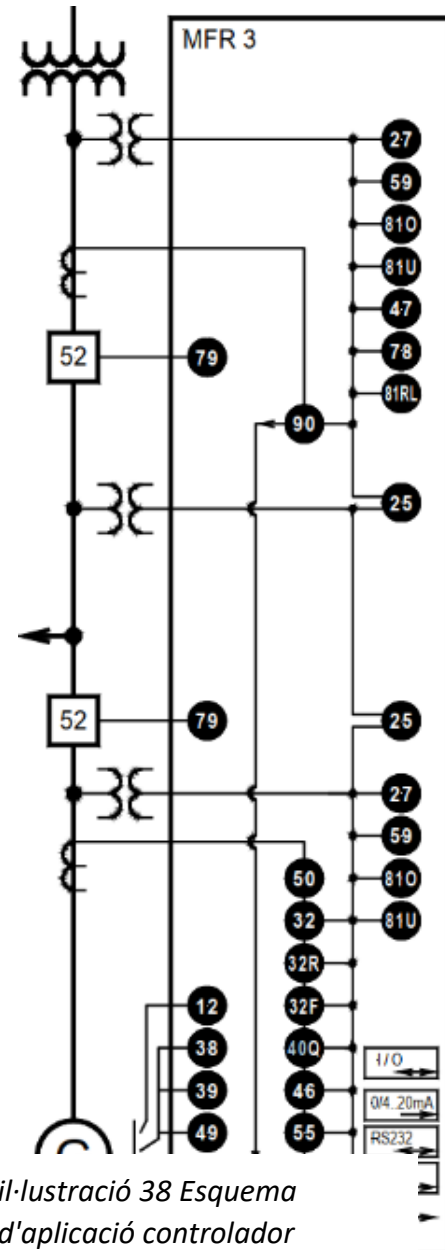
Xarxa

- Sobretensió o subtensió (59/27)
- Sobre freqüència o baixa freqüència (81O/U)
- Canvi vector de fasors (78)
- ROCOF df/dt (81RL)

La velocitat de canvi de freqüència (ROCOF o df/dt) s'utilitza per reduir la velocitat de la càrrega, accelerar el temps d'operació en situacions de sobre i baix freqüència i detectar la pèrdua de la xarxa. ROCOF pot detectar la caiguda de la xarxa.

Generador

- Sobretensió o subtensió (59/27)
- Sobre freqüència o baixa freqüència (81O/U)
- Protecció en cas de sobrecarrega (32)
- Protecció potència inversa/reduïda (32R/F)
- Protecció per carrega no equilibrada (46)
- Pèrdua d'excitació (40Q)
- Sobrecorrent retardat en el temps TOC (50)
- Sobrecorrent inversa retardat (51V)
- Càlcul falla sistema de terra (64)



il·lustració 38 Esquema d'aplicació controlador "Woodward", elements numerats

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Elèctriques:

L'armariet a l'esquerre cap el transformador de 15 000V, a dreta les proteccions (els interruptors automàtics de la marca SIEMENS model WI3200N).

Interruptors automàtics i/o fusibles utilitzats per protegir contra els curtcircuits (acció magnètica instantània y sobrecarrega (corrent superior a la nominal).

Terra

Els generador connectats al marc de base, mitjançant un cable de terra. La connexió de terra de la planta està connectada al sistema de terra de la co-generació (CHP). En aquest casos s'han de complir els reglaments de les companyies elèctriques locals, estaria interessant saber-ne mes d'aquestes normes.



il·lustració 40 Vista completa frontal, sense cablejat

il·lustració 41 Embarrats de tres fases de color (vermell, verd i groc, neutre sense, terra verd/groc).



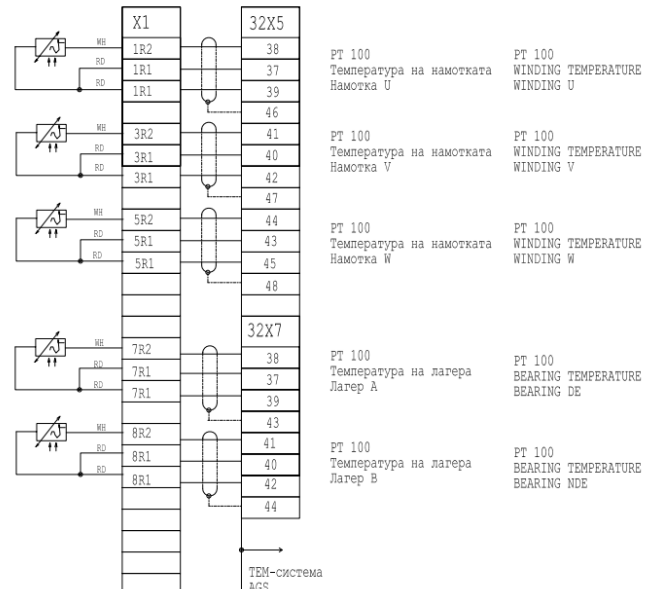
il·lustració 39 Interruptors automàtics (Switchgear)

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Sobresescalfament generador

Sobre el generador estan posats sensors de temperatura als debanats de coure (U,V,W) i els dos coixinets. El coixinet DE es cap al motor, mentre que NDE (Non DE) oposat al costat del ventilador. Hi ha tres sensors d'emergència pels debanats de coure.

Els sensors proveeixen la informació al sistema TEM.



il·lustració 42 Sensors de temperatura als debanats del generador (estator), per ordre de fase.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Part III

8. Balanç econòmic

Guany = Ingressos – Despeses – Deutes.

8.1. Inversió

Els costos d'inversió, s'estimen a partir de la fórmula, (ref. 5) per plantes de biogàs, quan l'energia del biogàs es convertit en electricitat.

$$\text{Costos d'inversió} \left[\frac{\text{€}}{\text{kW}} \right] = 16272 * (\text{Potencia elèctrica [kW]})^{(-0.2114)} \quad (26)$$

*s'ha de tenir en compte el cost d'inversió per kW.

Flotats i Sarquella (2008)			
Potència	1500	kW	
Inversió	3467,49	€/kW	
Inversió total	5,201235	milions €	

Taula 9 Càlcul inversió

Segons un diari de l'època ref.16:

“La inversió total es de 4 milions d'euros. Es un crèdit hipotecari que s'ha donat per 7 anys i té un període inicial gratuït de 2 anys.” En cas de certesa tenim, que els 4 milions es retornen en cinc anys entre 2015 i 2019. Tenint en compte 2 anys de període gratuït octubre 2013 a octubre 2015. El juny 2014 es va posar en funcionament per això comença la venda d'energia elèctrica.

8.2. Ingressos. Potència elèctrica i preus

La potència elèctrica es fixada pel regulador elèctric en Bulgària (DKEVR, Ref. 17), segons tres límits de potències. De 500 kW 1.500 MW, i de 1.5MW a 5 MW. Per l'estudi del projecte actual s'agafa l'actualització més recent, dels preus de l'energia elèctrica, fonts renovables, a partir de biomassa. Els preus van variant depenent de si la quantitat de purins es 50% mínim o si aquets s'utilitzen indirectament. En el cas de la central “Tsalapitsa”, els purins son 40% en massa.

El que més s'adapta a la central en qüestió es part V. “Actualització preferencial del preu de l'energia elèctrica, prefabricada de centrals elèctriques amb potència instal·lada superior a 500 kW fins 1.5 MW, treballant amb la utilització indirecte de la biomassa vegetativa i substàncies animals, amb cicle combinat. Solució N: C13 de 01.07.2014 de DKVER, punt 35 com sigui:

1. Centrals elèctriques amb potència instal·lada, de mes de 500kW i fins 1.5 MW amb combinada, generació elèctrica i energia calorífica – 449,99 lv / MWh. “

Despeses d'explotació

1. Despeses per la preservació del medi ambient, materials, obres i altres... 99,97 lv /MWh
2. Despeses per sous.. 38,82 lvⁱ / MWh

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

3. Despeses per combustibles i transport --- 7.03 lv /MWh

Despeses per matèries primes i generació d'energia .. 157,06 lv /MWh

Preu i elements dels preus	lv./MWh (sense IVA)	%
Centrals amb potència instal·lada mes de 500 kW fins 1,5 MW, amb cycle combinat de producció		
Preu	449,99	100,00%
despeses d'explotació	298,64	66,37%
... d'amortització	82,62	18,36%
de retorn	68,73	15,27%

Taula 10 Preus energia elèctrica DKEVR, (Regulador de Bulgària)

Tots els ingressos de la central venen a ser :

Preu	449,99	lv/ MWh
Potència	1,5	MWh
Preu hora	347,930412	€ hora
Preu dia	8350,3299	€ dia
Preu mens	0,2505099	milion €
Preu anual	3,00611876	milion €

Taula 11 Balanç anual

Si prenem que els anys efectius de retorn del préstec son cinc i que retorna només dos milions d'interessos al 3,3%, tenim que:

Balanç anual	oct-13	jun-14	jun-15	jun-16	jun-17	jun-18	jun-19	jun-20	jun-21	jun-22
ingresos	4	3,006119	3,939038	3,671956	3,404875	3,137794	2,870713	2,603631	3,53655	4,469469
Despeses c	0	-	-	-	-	-	-			
Producció	0	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008
Transport	0	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724
Deudes	6	0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0	0	0
Guany	0	0,932919	0,665838	0,398756	0,131675	-0,13541	-0,40249	0,530431	1,46335	2,396269

Taula 12 Balanç hipotecari i recuperació de la inversió

8.3. Ingressos potència calorífica

Refrigeració motc	833 KW	22,23112 %
Gasos d'escapam	809 KW	21,59061 %
Intercooler	127 kW	3,389378 %
Treballs interns	265,35 KW	7,081665 %
Total	1503,65 KW	40,12944 %

Taula 13 Energia tèrmica

Els 1503,64 KW es poden transferir a algun comprador potencial.

Si es pogués vendre com el cas de la potència elèctrica donarà un guany afegit de:

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

	Assecat	18 kW/m ³	tèrmica	Preu tèrmi	161,13 LV MWh
%	Pelletitzaci	15 kW/t	elèctrica	Preu elèctr	449,99 lv MWh
100 %	p	1 t/m ³			
81,88679 %	massa solic	1,302 t/h			
18,11321 %					
30 %	del digerit				
70 %	del digerit				

Cost	hora	dia	mes	any	
tèrmica	23,436 kWh	0,562464 MWh	703,08 MWh	205,2994 MWh	0,016964 milions €
elèctrica	19,53 kWh	0,46872 MWh	585,9 MWh	171,0828 MWh	0,03948 milions €
				Total	0,056444 milions €

Benefici producció							
Preu merc:	30 €/t	pellets	1,0416 t/h	24,9984 t	31,248 t	9124,416 t	0,273732 milions €
adob líquic	15 €/t	fertilitzant	3,038 t/h	72,912 t	91,14 t	26612,88 t	0,399193 milions €

Aquesta millora no suposa un cost d'inversió adicional a part de la pressa / molde de pell

Guany= Beneficis - Costos		Balanç Guany
		0,616482

Balanç anu	June 2014	June 2015	June 2016	June 2017	June 2018	June 2019	June 2020	June 2021	June 2022
ingresos	3,006119	3,939038	3,871956	3,804875	3,737794	3,670713	3,603631	4,53655	5,469469
Despeses operacionals									
Producció	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008
Transport	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724
Deudes	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Guany	0,932919	0,865838	0,798756	0,731675	0,664594	0,597513	1,530431	2,46335	3,396269

despres

Balanç anu	June 2014	June 2015	June 2016	June 2017	June 2018	June 2019	June 2020	June 2021	June 2022
ingresos	3,006119	3,939038	3,871956	3,804875	4,354276	4,903676	5,453077	7,002478	8,551878
Despeses operacionals									
Producció	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008	0,7008
Transport	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724	1,3724
Deudes	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Guany	0,932919	0,865838	0,798756	0,731675	1,281076	1,830476	3,379877	4,929278	6,478678

Taula 16 Balanç econòmic venda de pellets i fertilitzant líquid

8.6. Cost d'elaborar el present PFG

- Hores de recerca d'informació : 365 hores
- Elaboració de l'informe i mecanografiat: 253 hores
- Ús cotxe familiar
- Combustible 150€
- Matrícula 1038,26€
- Finançament portàtil 65,65€ al més 01/03/17-01/04/18
- Tiquets d'avió:

1er viatge (tot l'estiu)	06/07/17-18/09/17	117€
2n viatge	18/12/17-10/01/18	145€
3r viatge	24/01/18-10/02/18	30€
4t viatge	01/02/18-21/02/18	58€
5è viatge	23/06/18-05/07/18	60€
Total		410€

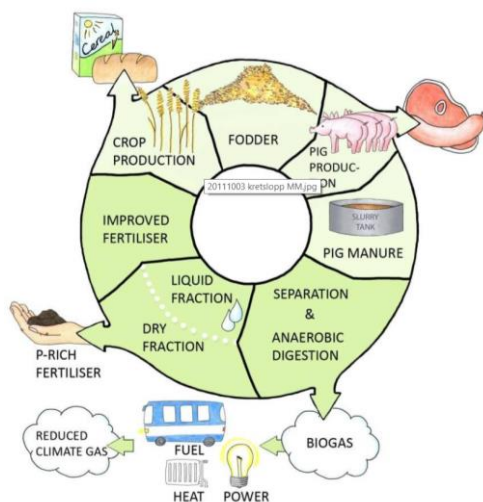
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Taula 17 Període i cost dels viatges

8.7. Impacte mediambiental de la instal·lació.

La producció conjunta d'energia elèctrica i tèrmica té un consum menor de combustible, comparat amb valors de generació per separat. Encara no es posen en efecte emissions "0" de gasos d'efecte hivernacle.

- Descens en l'ús de combustibles fòssils.
- Major consumició energia en generació separada.
- Menors emissions de CO₂, de la generació d'energia elèctrica i energia tèrmica.
- Menor emissió d'altres components gasosos com per exemple : CO, NO_x, SO i partícules sòlids en suspensió.
- Tancar el cercle biològic, tendint al mínim l'impacte mediambiental.



il·lustració 43 Procés òptimes, completar el cercle dels nutrients

Aquestes millores quantitatives es donen per la gran eficiència dels cogeneradors.

En el cas concret són $\eta=0.4$ d'energia elèctrica i $\eta=0.43$ d'energia tèrmica aprofitable.

En total l'eficiència després de la combustió arriba fins als 83%.

En el cas concret del consum dels 3747KW de biogàs produït a partir de la digestió anaeròbica, s'han aprofitat a fer treball útil 3110KW.

En comparació qualsevol motor tèrmic amb eficiència del 40% malgastarà més de la meitat d'energia del combustible que consumeix.

Font d'energia en Tona (T)	CO ₂	N ₂	Partícules	CO	Hidrocarburs	Residus nuclears	Total
Carbó	1 058,2	2 986	2,971	1,626	0,102	-	1066,1
Gas natural	824	0,251	0,336	1,176	Traça	-	825,8
Nuclear	8,6	0,034	0,029	0,003	0,001	3,641	12,3
Fotovoltaica	5,9	0,008	0,023	0,017	0,002	-	5,9

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Biomassa	400-824	0,0614	0,154	0,512	0,768	-	13,4
Geotèrmica	56,8	traça	traça	Traça	Traça	-	56,8
Eòlica	7,4	traça	traça	Traça	Traça	-	7,4
Solar tèrmica	3,6	traça	traça	Traça	Traça	-	3,6
Hidràulica	6,6	traça	traça	traça	traça	-	6,6

Taula 18 Font: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y AEDENAT, per GWh produït.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

9. Conclusions

La central de biogàs "Tsalapitsa" no podrà subsistir sense els preus preferencials a les que es remunerada la producció elèctrica. Es conseqüència a la complexitat d'instal·lació i el preu alt de l'ensitjat. Els subsidis formen part d'un estímul que ofereix la unió europea i que Bulgària com a membre ha de complir. Com a comparativa la central de biomassa cotitza a 229,41 € MWh, mentre que la mateixa energia es venuda a 55 € MWh amb procedència d'altres centrals (nuclears, carbó, hidràuliques...etc).

S'ha tingut en compte que la central no exporta l'energia tèrmica residual i s'han fet correccions pertinents. El guany tèrmica es de 1,09 milions d'euros. L'amortització o retorn del capital baixa del sisè any al primer, quan s'aplica la venda.

S'ha tingut en compte el gas que s'expulsa a l'atmosfera per sobre producció o averies. El sistema per seva mida, no surt econòmicament rentable. No obstant retorna la inversió a partir del novè any. Si es surt de la micro producció i produir a gran escala < 100 m3, el preu d'inversió baixarà dràsticament, mentre que el guany proporcional. Es pot considerar fins i tot fer l'ús del biometà de combustible i per consum propi. Els gestos de transport es veuran molt afectats a la baixa.

L'assecamment i la pel·letització han tingut un molt bon rendiment, encara que totes les fonts declaren el contrari. El pensament, del residu es igual a un producte. En quant a la venda, d'adob líquid, el guany anual puja fins uns 0,6 milions d'euros.

Aquest fet fa pensar, que no s'han tingut totes les variables en compte i que pot sorgir una correcció dels balanços.

En el meu parer de cara al futur, els costos de manteniment i explotació de la maquinaria tindran un descens. Quan passi els centrals de biomassa faran una competència directe a l'energia produïda convencional pel mateix cost, sinó un d'inferior. Sortirà més rentable donar tota la volta al cercle de la il·lustració 43, simplement per defecte de recursos.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

10. Bibliografia

Referencies

1. Brakel, J. (1980). *The ignis fatuus of biogas*. Delft, the Netherlands: Delft University Press.
2. Compostaje, R. (2014). *Aspectos biológicos de la digestión anaeróbica II. 2*. Madrid: Mundi-Prensa.
3. Compostaje, R. (2016). *Ingeniería y aspectos técnicos de la digestión anaeróbica II. 4*. Madrid: Mundi-Prensa.
4. Flotats Ripoll, X., Foged, H., Bonmatí; Blasi, A., Palatsi Civit, J., Magrí; Aloy, A. and Schelde, K. (2018). *Manure processing technologies*. [online] Upcommons.upc.edu. Available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/18944> [Accessed 31 May 2018].
5. Flotats, X. and Sarquella, L. (2008). *Producció de biogàs per codigestió anaeròbia*. [Barcelona]: Institut Català d'Energia.
6. Foged, H., Flotats Ripoll, X. and Bonmatí; Blasi, A. (2018). *Future trends on manure processing activities in Europe*. [online] Upcommons.upc.edu. Available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/18948> [Accessed 31 May 2018].
7. Foged, H., Flotats Ripoll, X., Bonmatí; Blasi, A., Palatsi Civit, J. and Magrí Aloy, A. (2018). *End and by-products from livestock manure processing - general types, chemical composition, fertilising quality and feasibility for marketing*. [online] Upcommons.upc.edu. Available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/18945> [Accessed 31 May 2018].
8. Foged, H., Flotats Ripoll, X., Bonmatí; Blasi, A., Palatsi Civit, J. and Magrí; Aloy, A. (2018). *Assessment of economic feasibility and environmental performance of manure processing technologies*. [online] Upcommons.upc.edu. Available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/18947> [Accessed 31 May 2018].
9. Foged, H., Flotats Ripoll, X., Bonmatí; Blasi, A., Palatsi Civit, J., Magrí; Aloy, A. and Schelde, K. (2018). *Inventory of manure processing activities in Europe..* [online] Upcommons.upc.edu. Available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/18943> [Accessed 31 May 2018].
10. Professor emèrit Xavier Flotats, Escola ESAB, UPC, comunicació oral [18 Dec 2018].
11. Oa.upm.es. (2018). *Digestión anaerobia de sólidos en alta concentración - Archivo Digital UPM*. [online] Available at: <http://oa.upm.es/401/> [Accessed 31 May 2018].
12. Masjuan, M. and Pelegrín, J. (2013). *Química 2*. Barcelona: Casals. [Accessed 8 June 2018].
13. Encarregat manteniment central "Tsalapitsa", Valeri Yotov, Bionagas, comunicació oral [08 Gen 2018].
14. Tema 1. Dinàmica de processos, reacciones y reactores. Xavier Flotats, Assignatura: Bioreactors (BREA).
15. BIOMETA 2018, Universitat de Barcelona, Generalitat de Catalunya, Agència de residus de Catalunya, Departament de Territori i Sostenibilitat [18 i 19 Juny].
16. www.capital.bg. (2018). *Край Пловдив започна да работи електроцентра на биогаз за 4 млн. евро*. [online] Available at:

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

https://www.capital.bg/biznes/kompanii/2014/10/13/2399657_krai_plovdiv_zapochna_da_raboti_elektrocentrala_na/ [Accessed 29 Jun. 2018].

17. Dker.bg. (2018). [online] Available at: http://www.dker.bg/uploads/_CGCalendar/2018/pr_res_pref_ceni_18.pdf [Accessed 29 Jun. 2018].

18. Professor Manuel Rodríguez, Escola FNB, UPC, comunicació oral [30 Gen 2018].

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

11. Annex

11.1. Descripció procés anaeròbic

Influència de los factors ambientals pel creixement de la colònia (ref.2)

Nutrients

Els microorganismes requereixen una gran varietat de nutrients, per realitzar les seves funcions metabòliques. En definiu pel correcte funcionament del procés de digestió anaeròbica. Segons la quantitat es classifiquen en micrò o macronutrients. Els macros són el carboni, hidrogen, nitrogen, fòsfor, sofre, potassi, calci i magnesi. Els micronutrients són ferro, manganès, zinc, molibdè, coure, cobalt, níquel, bor, clor, sodi, seleni, silici i wolframi.

A part dels nutrients inorgànics, els microorganismes en necessiten d'orgànics. Com ara Aminoàcids, purines, pirimidines i vitamines.

Els organismes anaeròbics tenen un metabolisme més lent i les seves necessitats solen ser baixes. La relació C:N:P:S es de 500 a 1000:15-20:5:3.

Temperatura

La temperatura es una variable fonamental en un procés anaeròbic, fet que canvis en la mateixa poden alterar la població bacteriana present, afavorint espècies segons el seu rang òptim de creixement.

Els rangs de temperatura són diferents: psicròfil, mesòfil i termòfil (en el nostre cas). En el rang psicròfil la temperatura oscil·la de 5 a 20 °C, en el mesòfil entre 30 y 40 °C i en el termòfil entre 50 i 60 °C. El nostre es de 55 °C, estant dintre del valor òptim.

En general en augmentar la temperatura es millora la velocitat d'assimilació del substrat i l'eliminació dels patògens. En canvi algunes substàncies com l'amoni es tornen més tòxiques.

La solubilitat dels gasos H₂S i O₂, disminueix en augmentar la temperatura, afavorint la transferència líquid-gas i per tant desaparèixer del medi aquos. Aquest efecte es positiu donada una toxicitat per la colònia de microorganismes.

La solubilitat dels sals augmenta amb la temperatura, fet que dona més accés a micronutrients als organismes. També puja la velocitat del procés, sobretot de la hidròlisis.

pH

El pH es mesura la concentració de protons en la dissolució. Encara que es un paràmetre habitual de mesura per ser ràpid i senzill, no es bona variable de control. L'acumulació d'àcids grassos volàtils produeix una disminució del pH, acusant la funció de la alcalinitat del sistema. En la digestió anaeròbia el pH ha de mantenir-se, a prop de la neutralitat.

Els bacteris metanogèniques, es veuen afectades quan es sobrepassa una determinada velocitat de carga orgànica en els digestors.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

A més dels AGV s'associa a l'alcalinitat i les concentracions d'amoni. La capacitat tapo del sistema es la funció de la interacció dels tres sistemes: bicarbonat-AGV-amoni.

Mescla

La eficiència dels processos de digestió anaeròbia, especialment, quan es digereixen substrats amb elevat contingut en matèria sòlida, depèn en gran mesura de les condicions de mescla, establerts en els digestors. El residu deu posar-se en contacte amb els microorganismes durant un determinat de temps, denominat temps de residència. El que depèn el règim hidràulic que s'estableix en els reactors.

La bona mescla contribueix homogeneïtzar els enzims i microorganismes entre els substrats. Es millora la transferència de calor, prevenir estratificacions en els digestors. L'agitació condueix a una bona reducció de les partícules a mesura que es forma el biogàs.

Sistema d'agitació

El mesclat produït per la introducció d'aliments per flux col·lectiu tèrmic o per l'agitació provocada per l'ascens de bombolles, de biogàs produïts en el digestor, poden resultar suficients per plantes petites. Quan es requereixen de substrats molt fluids s'arriba a instal·lar sistemes de mesclat auxiliars.

Metalls

Els metalls son necessaris per mantenir l'activitat cel·lular dels microorganismes.

Els metalls pesats (densitat alta) son necessaris en quantitats petites, com ara traça però a majors quantitats poden ser tòxics i inhibidors del procés anaeròbic.

Els mes susceptibles son les arquees metanogèniques que les bactèries als efectes dels metalls pesats y altres tòxics.

Els metalls lleugers es necessiten en quantitats moderades, però superiors als de metalls pesats.

AGV

Els àcids grassos volàtils son productes intermedi del metabolisme del procés anaerobi i molt freqüent un bon indicador del balanç de les poblacions microbianes. Les bactèries anaeròbies fermentatives i les a cetogèniques transformen la matèria orgànica en hidrogen i àcid acètic, que constitueix el substrat de l'actuació de les arquees metanogèniques utilitzadores d'hidrogen i cataclàstiques, respectivament.

Nitrogen Amoniaca

En els processos de digestió anaeròbia, la forma nitrogenada amoniaca es genera sobretot en les etapes inicials de la hidròlisi del substrats orgànics. Son les fraccions proteiques dels residus les que aporten es fonts de nitrogen que terminen donar lloc a la formació d'amoni en l'interior del reactor anaerobi.

Des del punt de vista metabòlic, l'amoni pot ser considerat com un nutrient necessari per el desenvolupament del procés i la seva presencia no pot ser catalogada.

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Sulfurs

Alguns compostos orgànics (com els aminoàcids asufrats) i els sulfats es transformen en sulfurs en els processos anaeròbics per acció de les bacteries reductores de sulfat. La necessitat de sofre com nutrient per el proves de digestió anaeròbia es limita la seva presència a nivell de traça, donat que aquest processos operen amb baixa taxa de generació de nous microorganismes.

Oxigen

Per definició el procés anaerobi es un procés microbiològic que transcorre en absència d'oxigen. Cal dir que l'oxigen es una substància tòxica que de forma accidental penetra en el reactor i té un impacte negatiu en el procés. Es degut a la degradació anaeròbia de la matèria orgànica requerint de la intervenció de diversos grups de microorganismes, alguns dels quals son anaeròbics estrictes encara que altres poden tolerar la seva presència.

Biogàs (Ref. 2)

El biogàs es un dels productes principals generats en la digestió anaeròbia. Està compost, majoritàriament per metà, diòxid de carboni i pot contenir altres substàncies que es troben en major o menor proporció. Com ara el nitrogen, hidrogen, àcid sulfhídric, oxigen, amoníac, siloxans, etc. El biogàs sol estar saturat d'humitat que deu ser eliminada abans del seu ús.

Si es vol utilitzar de combustible el biogàs ha de sotmetre's a neteja o purificació previs.

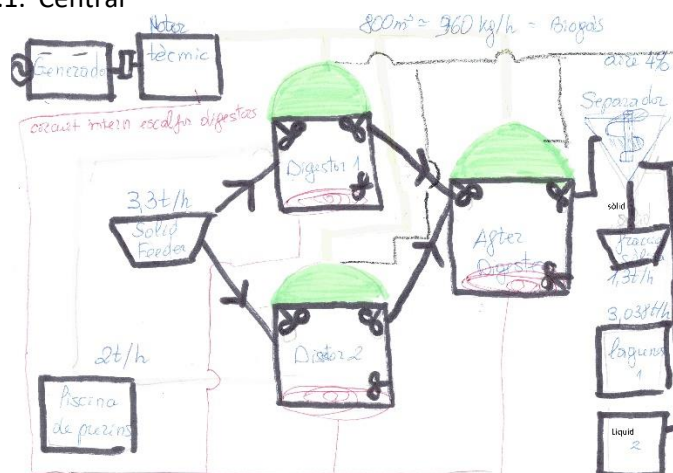
11.2. Cinc regle d'or elèctriques.

Aquestes son les cinc regles per professionals, quan treballem amb alta tensió i alta potencia.

- Desconnectar.
- Verificar. Tensió cercena a "0", amb maquina, disposant de fusible "FUSED".
- Connexió a terra. Fent un curtcircuit a terra. Per disparar els fusibles.
- Es posa un cadenat a l'interruptor, per companyia i per responsable. Guardant els claus cadascun, a la seva possessió.
- Senyalització, "No connecteu, estem treballant".

11.3. Esquemes

11.3.1. Central

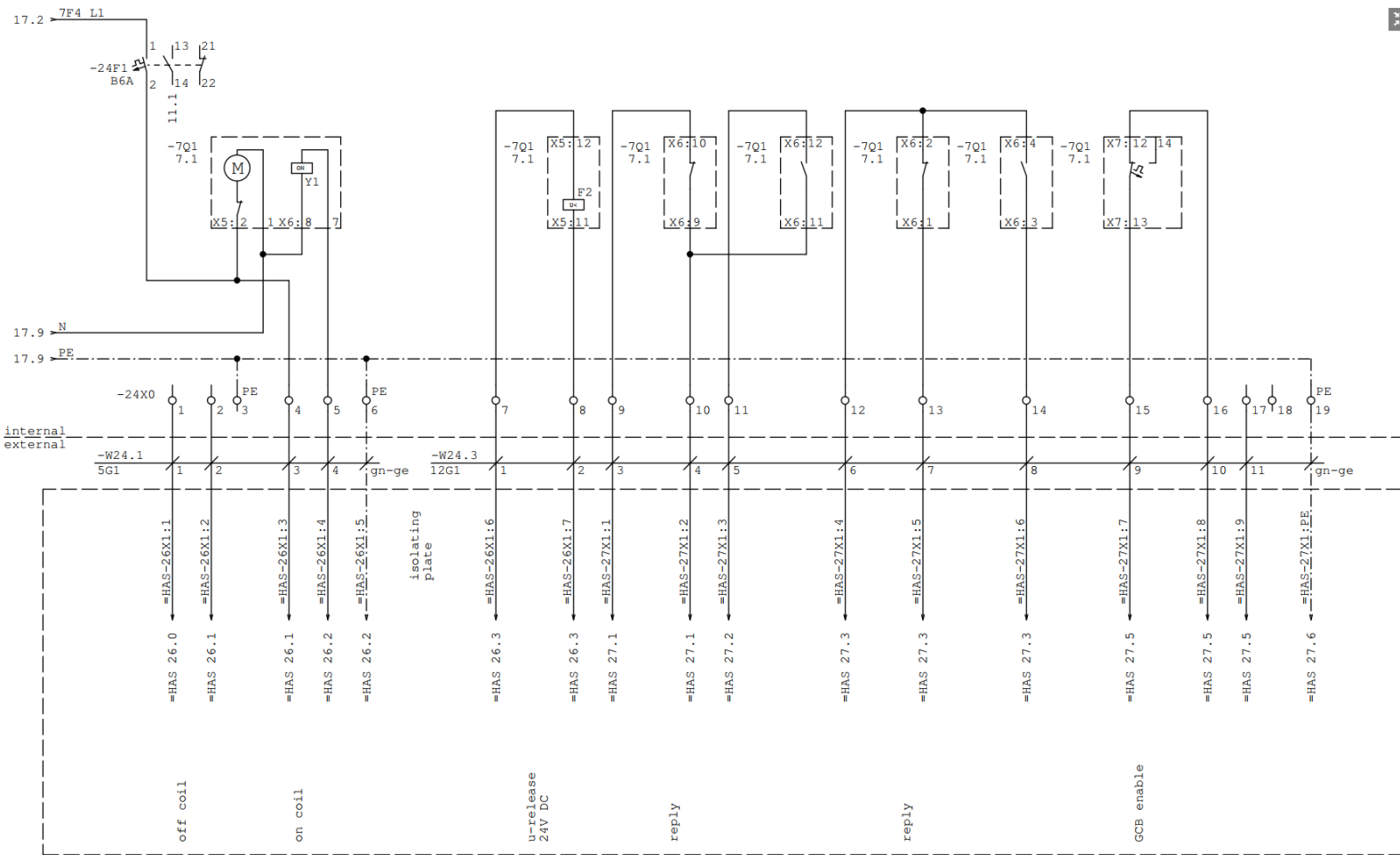


11.3.2. Esquemes a considerar

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs

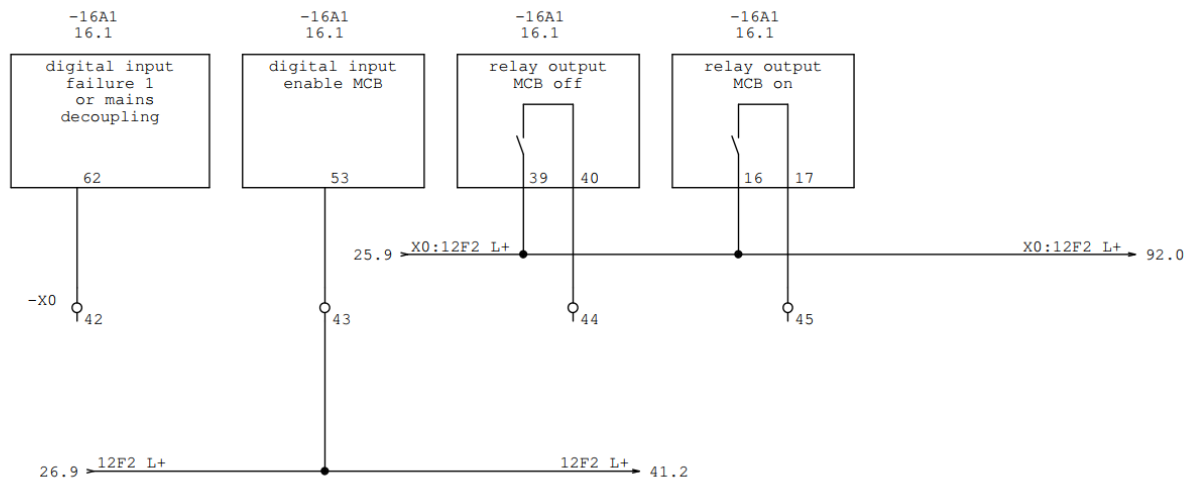
1.5 MW

il·lustració 44 Esquema connexions multi Relay "Woodward"



il·lustració 45 GCB Interruptor automàtic generador esquema control

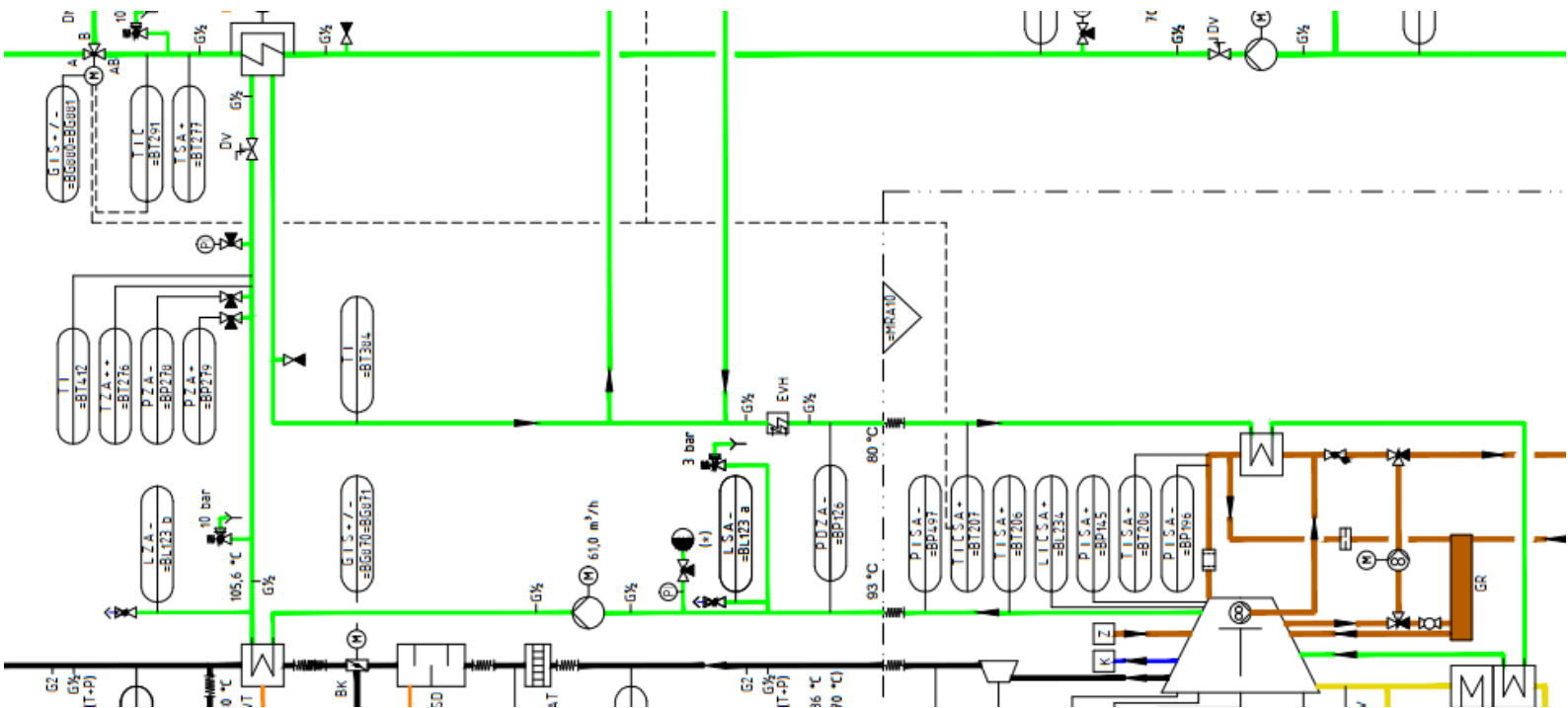
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 46 MCB , Interruptor automàtic xarxa

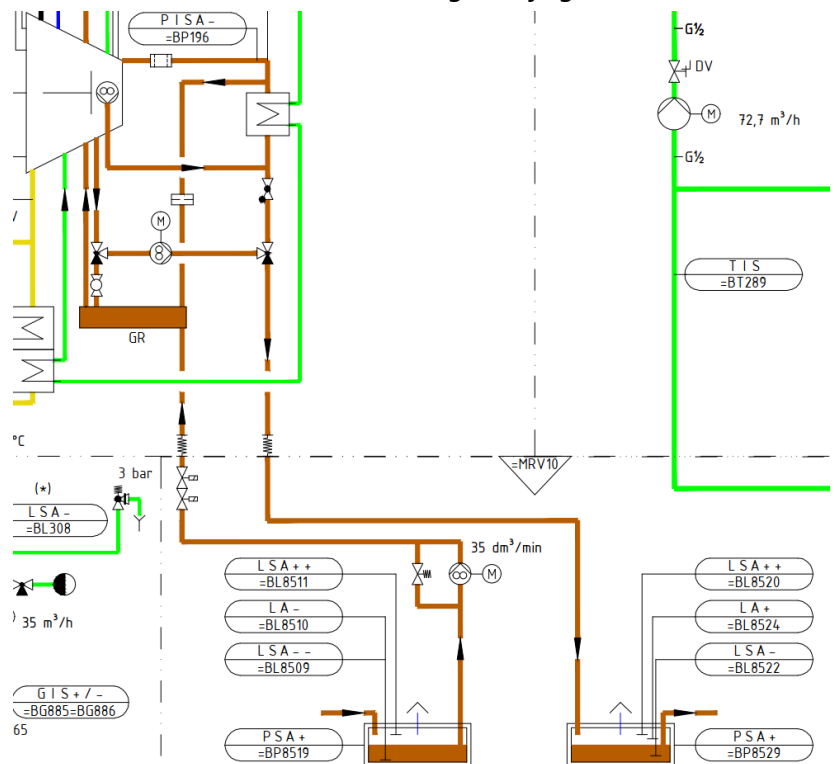
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

11.3.3. Circuits motor. Aigua de refrigeració



il·lustració 47 Circuit d'aigua refrigeració.

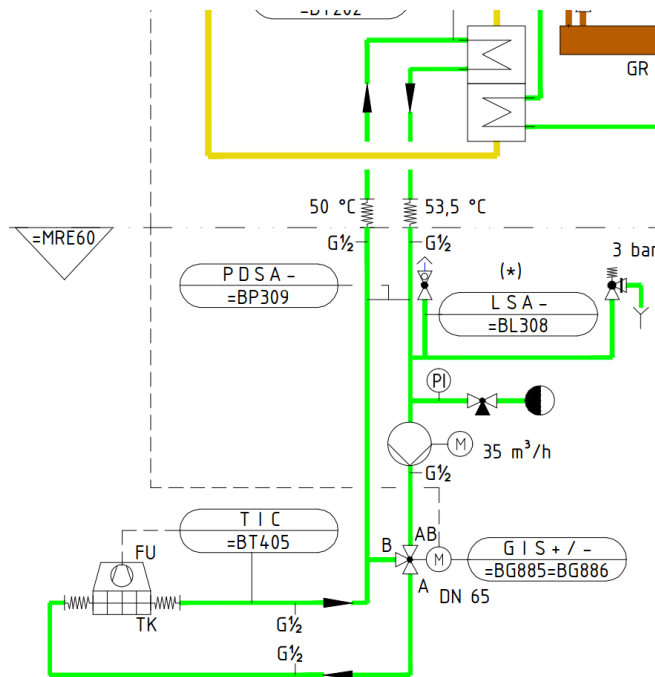
Circuit d'oli de lubricació



il·lustració 48 Circuit d'oli lubricant

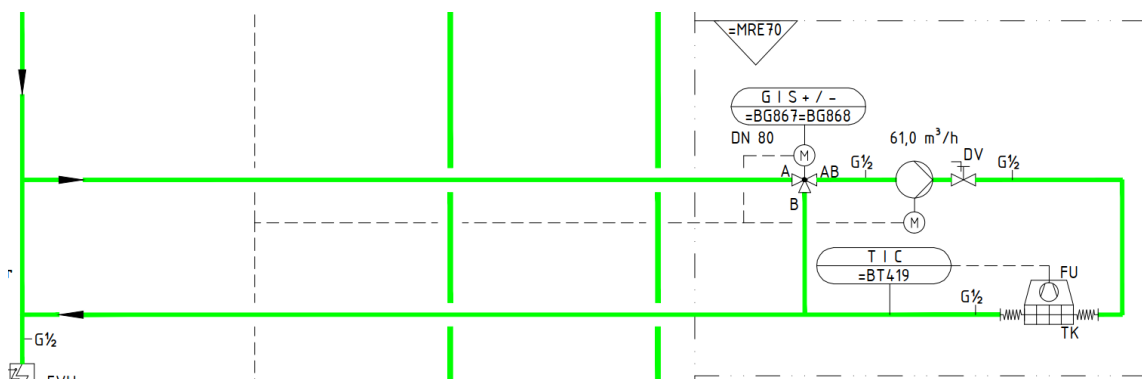
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Circuit refrigeració mescla



il·lustració 49 Circuit refrigeració de mescla

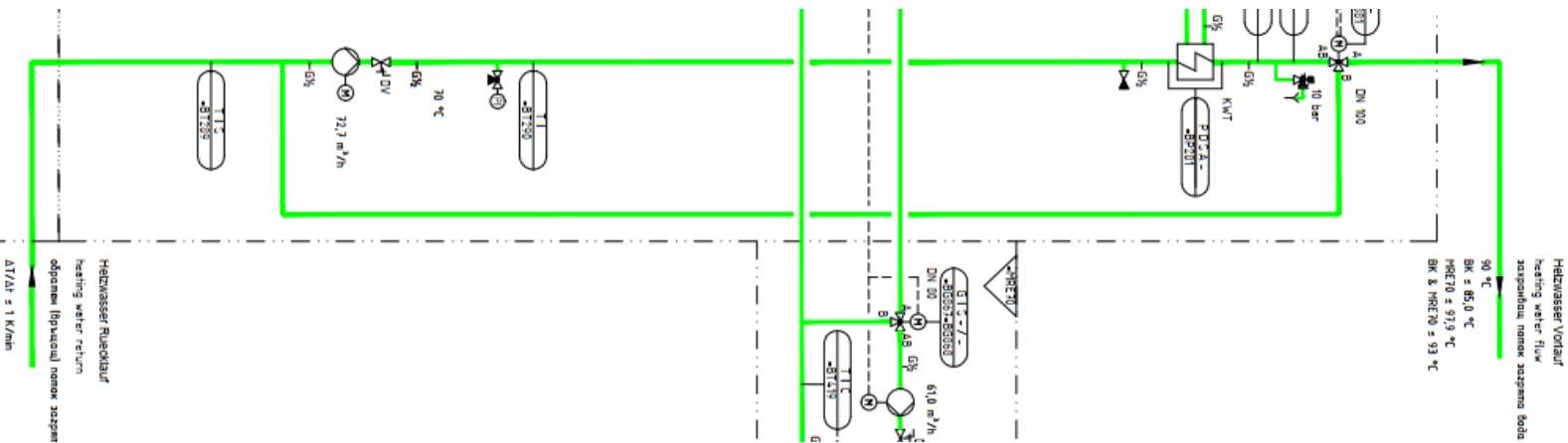
Circuit refrigeració d'emergència



il·lustració 50 Circuit refrigeració d'emergència

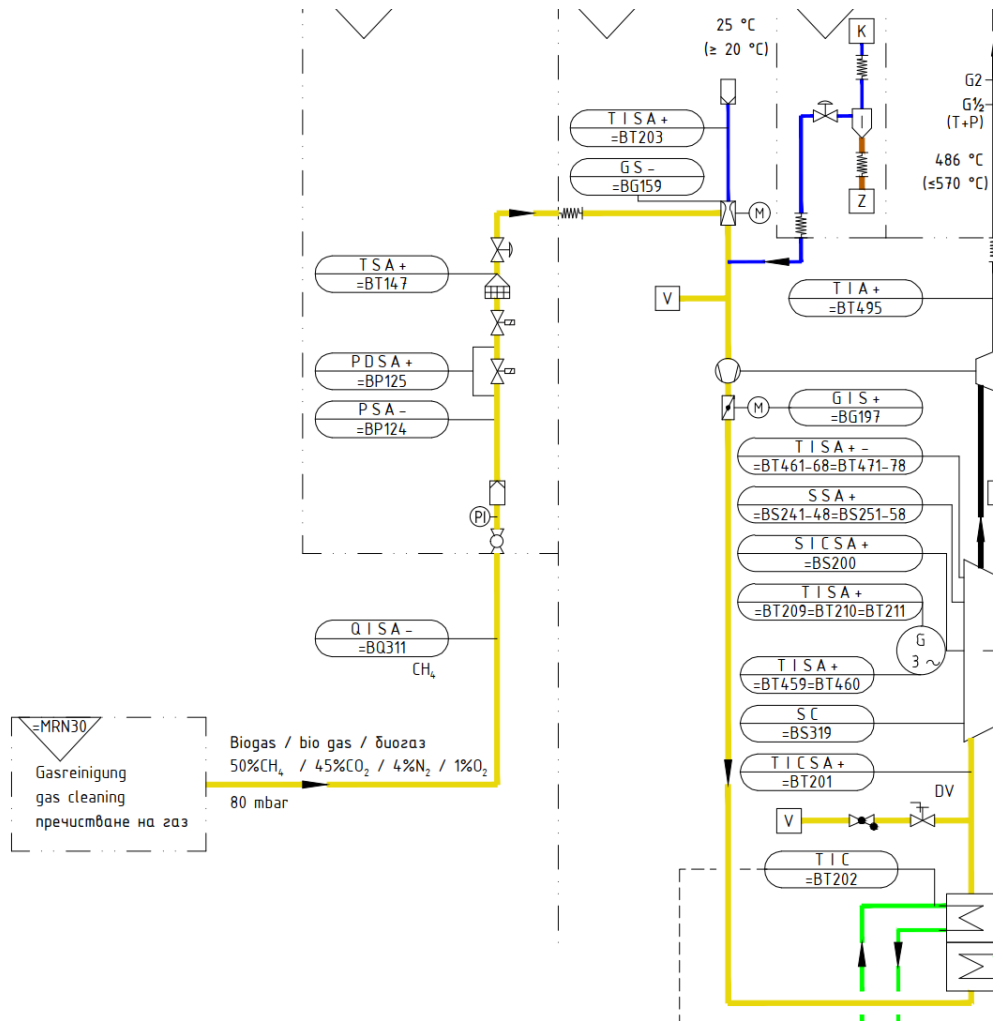
Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Circuit escalfor treballs intens



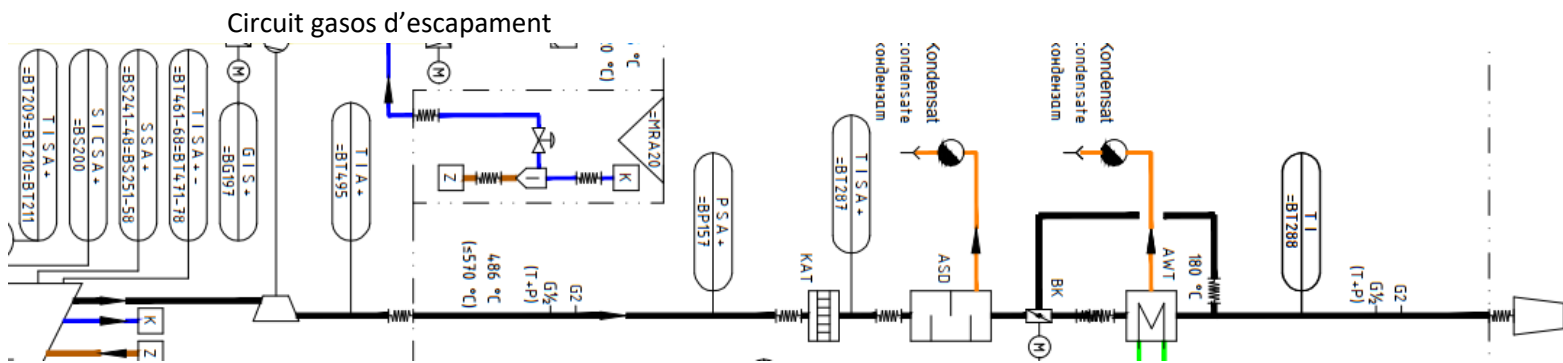
il·lustració 51 Circuit treballs interns (escalfor dels digestors)

Circuit del biogàs



il·lustració 52 Circuit biogàs

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 53 Circuit gasos d'escapament

11.4. Etapes en la construcció

- Disseny, enginyeria, direcció del projecte



il·lustració 54 Disseny

- Excavacions, fonaments



il·lustració 55 Terra al camp de la central

- Elaborar els digestors, isolació tèrmica i perifèria

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW



il·lustració 56 Base, treballs d'isolació

- Equip dels digestors
- Circuit escalfador
- Espai cogenerador, equipaments tècnics i el controlador
- Membranes (gasholders) en les cúpules
- Mecanisme d'entrada al ensitjat
- Cogenerador
- Entrada explotació

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

12. Pla de manteniment

12.1. TCG 2020 V16

Hores de funcionament ->	50 hores	Cada 24 hores	Cada 2000 hores	Cada 4000 hores	Cada 12000 hores	Cada 16000 hores	Cada 24000 hores	Cada 32000 hores	Cada 64000 hores
Tasca a fer									
Oli de lubricació per motors a gas, anàlisi d'oli. Cada 2000 hores.	Concordança amb bolletí tècnic 0199-99-2105.								
Filtres d'oli. Cada 2000 hores.	Concordança amb bolletí tècnic 0199-99-2105.								
Líquid refrigerador	Concordança amb bolletí tècnic 0199-99-2191.								
Protecció de corrosió	Concordança amb bolletí tècnic 0199-99-2116.								
Filtres d'aire (pressió mínima, dany)				X					
Neteja del motor	Quan sigui necessari								
Recanvi o reciclatge del estàrter.	Quan sigui necessari								
Fer test d'arrancada	Mensual.								
Servei a la bateria d'arrancar	Mensual.								
Analitzar el gas	Cada 4 mesos. Concordança amb bolletí tècnic 0199-99-3017.								
Comprovar el líquid refrigerador	Cada 6 mesos. Concordança amb bolletí tècnic 0199-99-2091.								
Comprovar caiguda de pressió del filtre de gas	Cada 6 mesos.								
Comprovar equips reguladors, impermeabilitat i control del gas.	Cada 12 mesos								
Canvi filtre gas	Cada 12 mesos								
Canvi líquid refrigerador	Després de cada 24 mesos								
Arrancada del motor	Després de manteniment, pistons, cilindres etc.								
Servei del generador	Amb concordança a les especificacions								
Servei del embragatge	Amb concordança a les especificacions								
Servei tots elements de molla	Amb concordança a les especificacions								
Servei intermèdia reductora per 60Hz	Amb concordança a les especificacions								
Hores de funcionament ->	50 hores	Cada 24 hores	Cada 2000 hores	Cada 4000 hores	Cada 12000 hores	Cada 16000 hores	Cada 24000 hores	Cada 32000 hores	Cada 64000 hores
Tasca a fer									
Arrancada test i funcions	X		X	X		X		X	X
Comprovar folgança i ajustar les vàlvules	X		X	X		X		X	X
Comprovar retràs de	X		X	X		X		X	X

Millors de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

vàlvules ajustar retràs									
Neteja pel·lícula de brutícia al pas d'aire d'arrancada	X					X		X	X
Inspecció visual del sistema		X							
Manteniment de banc bateries			X	X		X		X	X
Comprovar vàlvula de papallona			X	X		X		X	X
Comprovar controlador de velocitat			X	X		X		X	X
Comprovar buixies, renovar si necessari			X						
Canvi buixies				X		X		X	X
Comprovar temps d'ignició				X		X		X	X
Mantenir conducte de ventilació carter. Filtres externs cada 4000 hores. Filtres interns cada 8000 hores				X		X		X	X
Test auxiliar per TEM sistema				X		X		X	X
Comprovar càmeres de combustió endoscòpia				X					
Comprovar, netejar turbocompressor					X				
Revisió gasos d'escapament turbocompressor (documentació)							X		
Comprovar muntatge motor						X		X	X
Comprovar el pinyó estàrter i roda de gir en volant d'inèrcia						X		X	X
Comprovar línia d'escapament						X		X	X
Revisió caps de cilindres						X		X	X
Comprovar visualment desgast camisa de cilindres (desmuntades)						X			
Comprovar enfriador mescla endoscòpia						X			
Neteja enfriador mescla								X	X
Neteja carburador (gas-aire)						X		X	
Revisió carburador (gas-aire)									X
Comprovar gomes								X	

Millors de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

compensadores									
Renovar gomes compensadores									X
Renovar amortidors de viscositat, rotacional vibracional								X	X
Comprovar amortidors vibracionals, conductes i línies flexibles								X	X
Comprovar empalmes i unitats de control en cada costat								X	X
Comprovar cables elèctrics, connectors i sensors del sistema								X	X
Comprovar filtre de flama *model V20								X	X
Comprovar cigonyal, folgança axial								X	
Comprovar arbre de lleves, folgança axial								X	
Comprovar coixinets pistons								X	
Renova coixinets cigonyal								X	X
Renovar camises								X	X
Comprovar arbre de lleves, desgast de camisa, càmeres d'aigua								X	X
Comprovar el pern pistó								X	
Renovar segments								X	
Comprovar pistons								X	
Renovar pistons									X
Renovar actuator de vàlvules								X	X
Comprovació visual arbre de lleves								X	
Comprovar arbre de lleves									X
Renovar coixinets arbre de lleves									X
Renovar actuator vàlvules									X
Comprovar munyo cigonyal								X	
Renovar bieles									X
Renovar anells segellant cigonyal costat motor tèrmic									X
Renovar anells segellant cigonyal costat lliure									X
Comprovar cigonyal									X
Recanvi coixinets i									X

Milliores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

volanderes									
Comprovar i netejar l'eix motriu									X
Renovar bomba de lubricació									X
Renovar vàlvula pressió màxima d'oli									X
Renovar compensadors d'escapament									X
Precondicionament actuator									X

12.2. Generador

Hores de funcionament ->	500 hores o 1 any	1500 hores	Cada 4000 hores	Cada 2400 hores	Cada 48000 hores
Tasca a fer					
Comprovar cables elèctrics i connexions	X	X	X	X	X
Comprovar generador per bon funcionament i soroll	X	X	X	X	X
Comprovar dades operacionals	X	X	X	X	X
Comprovar entrada aire de refrigeració, neteja	X	X	X	X	X
Comprovar connexions elèctriques, caragols, connectors, cables connectats al pont de díodes rectificadors	X	X	X	X	X
Comprovar elements sostenidors del generador	X	X	X	X	X
Lubricar el coixinet A i B	X	X	X	X	X
Comprovar coixinets d'isolació, resistència				X	X
Canviar els coixinets A i B.					X

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

12.3. Acoblament motor generador

Hores de funcionament -> Tasca a fer	Com especificat	En cas desgast o trencament
Inspecció visual esquerra	X	
Canviar acoblament		X

12.4. Gas a zero pressió.

Hores de funcionament -> Tasca a fer	Cada 10000 hores	Cada 10 anys	Cada 15 anys
Canviar el sensor de flama UV	X		
Canviar monitor de pressió		X	
Canviar encarregat combustió amb detector de flama		X	
Canviar vàlvula de gas per detector sense vàlvula		X	
Canviar monitor pressió mínima de gas		X	
Canviar vàlvula de seguretat blow-off		X	
Canviar composició sistema de gas aire		X	
Canviar reguladors de pressió de gas			X
	Si necessari	Com especi ficat	Cada 6 mesos
Recanvi, policia de flama, si n'hi ha	X		
Reparar controlador línia de gas	X		
Comprovar pressió en la línia control de gas	X		
Recanvi filtre de gas		X	
Comprovar sistema vàlvules test. Test filtres interns, recanvi si necessari, segellat i test funcional			X
Comprovar policia de flama			X

Consideracions addicionals, a totes les parts mòbils s'afegeix capa de greix per protegir-los del desgast.

Llistat de il·lustracions

il·lustració 1 Elements del sistema	10
il·lustració 2 Diagrama de flux.....	11
il·lustració 3 Parts del circuit d'oli de refrigeracio, lubricació	12
il·lustració 4 Talladores i vàlvules de control	16
il·lustració 5 Piscina i palla de bales a la dreta	16
il·lustració 6 Bomba i la trituradora	17
il·lustració 7 Procés anaeròbic	21
il·lustració 8 Composició del biogàs produït, font documents PDF.	22
il·lustració 9 Balanç energètic del motor	24
il·lustració 10 Sortida biogàs digestor, vàlvules antiretorn.....	33
il·lustració 11 Circuit refrigeració natural	33

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

il·lustració 12 Dades espai entre tuberes.....	34
il·lustració 13 Sensors de temperatura sistema.....	34
il·lustració 14 Circuit calent a baix, circuit fred a dalt.....	34
il·lustració 15 Compressor de refrigerant, corretja motor elèctric.....	35
il·lustració 16 Filtre de carboni actiu, a l'esquerra tubular, a la dreta càmera de màquines.	35
il·lustració 17 Placa del sistema, vista a prop.....	35
il·lustració 18 Caixers refrigerant, compressor.....	36
il·lustració 19 Caudals d'aire , cap als digestors.....	38
il·lustració 20 Sistema depuració, fulletó BIOMETA 2018	39
il·lustració 21 Diagrama separador de prensa	40
il·lustració 22 Dibuix tècnic separació sòlid líquid	40
il·lustració 23 Parts del motor tèrmic MWM TCG 2020 V16.....	41
il·lustració 24 Carburador.....	42
il·lustració 25 Admissió motor tèrmic.....	42
il·lustració 26 Subministrament de biogàs, tubs flexibles.....	43
il·lustració 27 Diagrama assecat termal	46
il·lustració 28 Procés de pel·letització.....	47
il·lustració 29 Màquina a l'esquerra i pellets produïts a la dreta.....	47
il·lustració 30 Esquema connexions del generador Marelli MJB 500 LA4.....	48
il·lustració 31 Croquis triangle de potències.....	49
il·lustració 32 Esquema configuració en illa o xarxa (part elèctrica).....	51
il·lustració 33 Esquema illa o xarxa (part motor tèrmic).....	51
il·lustració 34 Esquema a illa	53
il·lustració 35 Esquema illa part motor	53
il·lustració 36 Passos a seguir per comprovacions de l'operari (al costat del controlador).....	54
il·lustració 37 Multi Controlador (Relay) Woodward MFR3, connectat a xarxa.	54
il·lustració 38 Esquema d'aplicació controlador “Woodward”, elements numerats.....	55
il·lustració 39 Interruptors automàtics (Switchgear)	56
il·lustració 40 Vista completa frontal, sense cablejat	56
il·lustració 41 Embarrats de tres fases de color (vermell, verd i groc, neutre sense, terra verd/groc).....	56
il·lustració 42 Sensors de temperatura als debanats del generador (estator), per ordre de fase.	57
il·lustració 43 Procés optimes, completar el cercle dels nutrients	62
il·lustració 44 Esquema connexions multi Relay “Woodward”	71
il·lustració 45 GCB Interruptor automàtic generador esquema control.....	71
il·lustració 46 MCB , Interruptor automàtic xarxa	72
il·lustració 47 Circuit d'aigua refrigeració.	73
il·lustració 48 Circuit d'oli lubricant	73
il·lustració 49 Circuit refrigeració de mescla.....	74
il·lustració 50 Circuit refrigeració d'emergència	74
il·lustració 51 Circuit treballs interns (escalfor dels digestors)	75
il·lustració 52 Circuit biogàs	75
il·lustració 53 Circuit gasos d'escapament	76
il·lustració 54 Disseny.....	76
il·lustració 55 Terra al camp de la central	76
il·lustració 56 Base, treballs d'isolació.....	77

Millores de rendiment a una planta de generació elèctrica biogàs 1.5 MW

Llistat de taules

Taula 1 Balanç generació de biogàs	20
Taula 2 Càlcul potència motor	25
Taula 3 Dades digester 1	29
Taula 4 Dades digester 2	30
Taula 5 After Digester	32
Taula 6 Dades tècnics espai de tubs.....	33
Taula 7 Càlcul millora	38
Taula 8 Passos de càrrega	43
Taula 9 Càlcul inversió.....	58
Taula 10 Preus energia elèctrica DKEVR, (Regulador de Bulgària).....	59
Taula 11 Balanç anual.....	59
Taula 12 Balanç hipotecari i recuperació de la inversió.....	59
Taula 13 Energia tèrmica.....	59
Taula 14 Balanç combinat energia elèctrica + tèrmica	60
Taula 15 Balanç econòmic biometà	60
Taula 16 Balanç econòmic venda de pellets i fertilitzant líquid.....	61
Taula 17 Període i cost dels viatges	62
Taula 18 Font: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y AEDENAT, per GWh produït.	63

Llistat de gràfics

Gràfic 1 FOS/TAC digester 1	30
Gràfic 2 FOS/TAC digester 2	31
Gràfic 3 FOS/TAC After Digester	32
Gràfic 4 Pas de carrega motor TCG 2020 V16	44

ⁱ Lv es la moneda de Bulgària.