

Dynamic conditional correlation between green and grey energy ETF markets using cDCC-MGARCH model

ALGARHI, Amr Saber <<http://orcid.org/0000-0003-2281-3021>>

Available from Sheffield Hallam University Research Archive (SHURA) at:

<https://shura.shu.ac.uk/32881/>

This document is the Published Version [VoR]

Citation:

ALGARHI, Amr Saber (2023). Dynamic conditional correlation between green and grey energy ETF markets using cDCC-MGARCH model. Applied Economics Letters. [Article]

Copyright and re-use policy

See <http://shura.shu.ac.uk/information.html>



ID

```
# # ! " $ # " $ ! " # ! " # ! "
# %&' # ! " # %&' ( ) # ! " # ! " # ! "
& # %&' 1 " 2" 2 2" $ " *+, *--. / # *- *0) # ! " $
& $ -)3* -)++ # # 1 2-4 $ # # %&' 1) %&' '()*&
# $ # # 1 " 2-4 $ # # %&' # # %&' # # %&'
1 )& #) & # # %&' # # %&' # # %&'
1 1 1 # ( # ( # )
```

```
- , 6 , ,
) $ 2 6 $ %
/89
! " # $ % & ' >22 &O. 2:
( $ ) * +
4% 5 6 , - ' . / 0 1 23
6 7 $ >22
/89 % ' &O. 2: 7 ' $ >22
6 6 7 " : >22 >22% $ 0 A%
5 " ; & *% 0 7 0 4% 0 2 -
/89 ' - &O. 2: - 9 . @ A" : ,
)) /89 ( * < . @ 6 ' % 3 ' B
0= % = 280> % : A" 2 / <%
8 7- 6 >22 " >22 -
/89 >22 >22 -
&O. 2: % $ 9 # $ % & $ ; ' >22
&O. 2: % $ 9 # $ % & $ ; ' >22
$ @' >22 &O. 2: >22 &O. 2:
$ % /89
```

/89

! 4

>22 - \$ 8 - - - ; i...i ??;

D#

\$ # \$ 9 - -

E \$

= ; i...i ??;

F) G ! ? /89 B

7

% 4 4 * << &O. 2: - 8 O

=# \$ 8 O-- 7 &O. 2: -

#3>. #13) /89 8 # H4;

8 B /89 O-- 7 8 O

% 8 -

O= , (< !H 4\$5

/89 - /89 - >22

7

#: ; 6 ,

8 / % >22 &O. 2:

O 4% >22 &O. 2: \$ B &O. 2: -

j = >22 O 4%

i...i ?

p

#3; /89

7 ? ; 8 3 O

7 \$ O

@ \$ > -

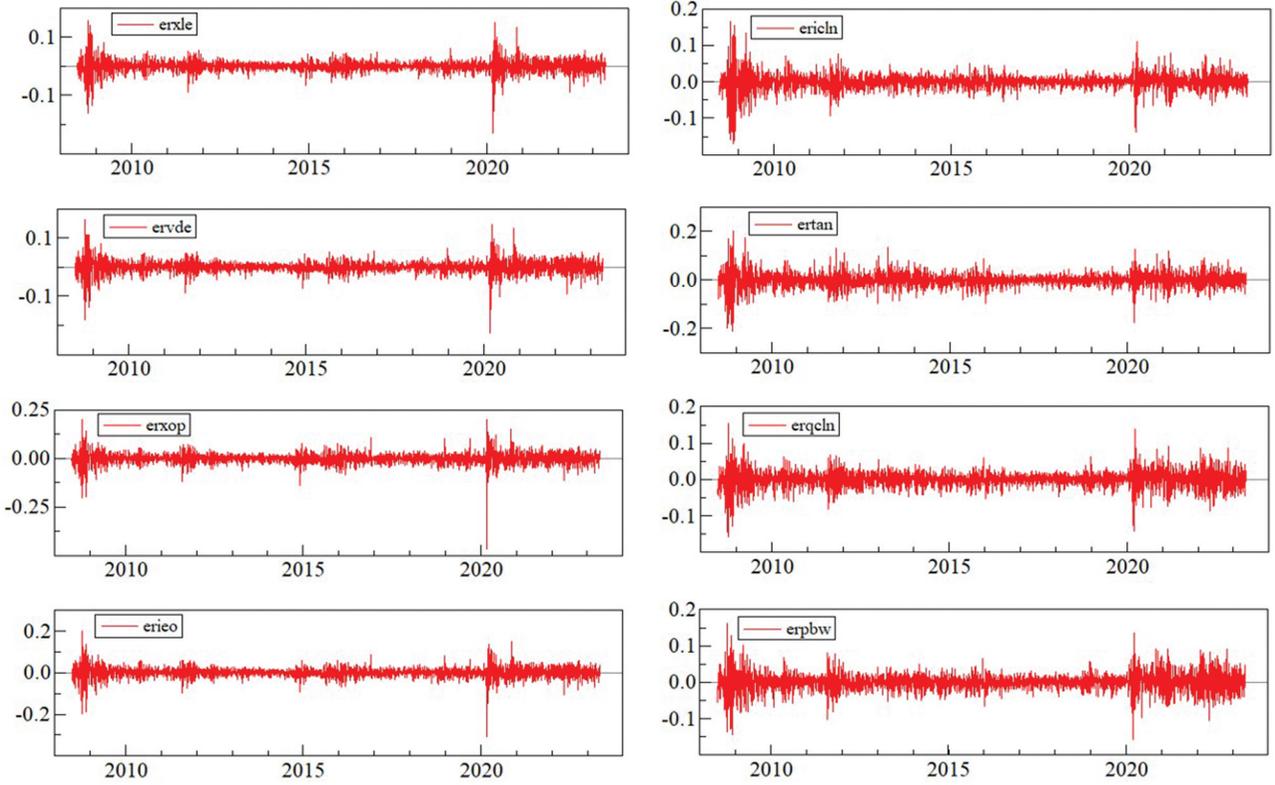
6

	/ 7 6				/ 7							
1	"	,	,	\$ B	C	>:?	A	//	A O	A		
D02	E,(,((,(((&(	('<:&	E(&%(	(,&(:'	E(,F%F<*	'<<:&'&'	&:&%F&GG	9(:,*%GGG	E<*,;GGG	E<*,;%GGG	EF,(&GGG	E<<,<&GGG
H 2	E,(,((,((F	('<&:&	E(&&<*(	(,&(F(	E(<F;9(	'&:&%'&	&:&%%GGG	F;<,F*GGG	E<*,F*GGG	E<*,;GGG	E<9F&GG	E<<,%GGG
D3/	E,(,((,((9	(&(&<'9	E(*<:*&	(,&F;%	E',&::;	&9,'<*&	;9(<GGG	&::,<(GGG	E<*,((GGG	E<*,((GGG	EF,<&GGG	E<F;F&GG
123	E,(,((,((*	(&((F9	E(%(:**	(,&(:'F	E(,F;(&(&	'<,'(FF	&F'9<GGG	:<&,'<GGG	E<*,*GGG	E<*,;%GGG	E;,&F&GG	E<*,*GGG
1 04	E,(,((,((&F;	('<*&	E('<9FF	(,&(:;	E(,9:'&	'%*,;9;	'F*(*GGG	'(<,*GGG	E::,F;GGG	E::,F;GGG	E&F9G	E<,'(9GGG
5 4	E,(,((,((%FF	(&((('	E(&(:<*	(,&(:;	E(%;'9	;'%%F	;'%;GGG	<'9;GGG	E:9;'GGG	E:9;'GGG	E%,<&GGG	E::,&GGG
) 04	((('*;	(':%&*	E('9'F	(,&(:%	E(%9(<:	9,<&*	%GGG	FF,*GGG	E<,(<GGG	E<,(<GGG	E%,*&GG	E<,(<GGG
/ .	E,(,((,((&*	('<&:&	E('9'F;	(,&(:%	E(%*:<<	F,F;<*	%<&GGG	999;GGG	E::;GGG	E::;GGG	E%,(9GG	E<,(&F&GG
/I	((,((,((%(:	('%;;	E('9'F;	(,'%&(:	E(%9<&(&	'<%,;;	&9(9GGG	'(:,*GGG	E<9,%&GGG	E<9,<&GGG	EF,F'GGG	E<,%&GGG

A // A O / A 6 ! \$ A / 6 / 2 + ! \$! J #

A / K AB + \$6 6 ! K '(L : L 'L G GG GGG 6

' /89 #3; /89
 \$ 8 6 7 \$ 3 B 8
 6 7 C -
 7 6 \$ 8 8 -
 , G I B - , 7 &O. 2: >22 >22 -
 \$ 8 6
 O. 2: , - , O. 2: ,, \$ O. % &O. 2: % >22
 9 , \$
 ! ? &92 -
 4\$ O, 6 /89 , /89



" # ! ! ! 25A ,

	#	B	6	+
	&	5 7	0 ! \$	1 1 0 >:?
				0 %>:?
				, 4
C	(, (& GGG	(, <F&9GGG	F,*' GGG	' & (&: &
/	(, (&' 9FGGG	(, <:&: GGG	F,*' GGG	' & (&: &
1	(, (&' &%GGG	(, <:%' GGG	F,*' GGG	' & (&: &
AI	(, (&' F9; GGG	(, <F: *GGG	F,' FGGG	' & (&' 9;
I	(, (&' F; <GGG	(, <F: *GGG	F,*' GGG	' & (&' 9;
	(, (&' *% GGG	(, <:%' GGG	F,*' GGG	' & (&' 9;
C	(, (&' <%GGG	(, <:%' GGG	F,*' GGG	' & (&' 9;
/	(, (&' *%GGG	(, (&' <%GGG	F,% FGGG	' & (&' 9;
1	(, (&' : <GGG	(, <:*%GGG	F,(9GGG	' & (&' 9;
AI	(, (&' *9GGG	(, <F(9' GGG	F,% <GGG	' & (&' 9;
I	(, (&' (% GGG	(, <F(* GGG	F,*' GGG	' & (&' 9;

6 , , 4 0 0 & 0 0 6 J
 4 , ! K '(L :L 'L G GG GGG 6 ,

	H 2	D3/	123	1 04	5 4	) 04	/ .	/!
D02	(,; '*&;GGG	(,;'*('GGG	(,;*F((GGG	(,*;'F;G	(,*%&'FG	(,;&;<&G	(,;%F&(G	(,F''<&GG
H 2		(,;&9(&GGG	(,;:%*&GGG	(,*;'9:;G	(,**(' *G	(,;'** *G	(,;'9FG	(,F'';9GG
D3/			(,;<9*&GGG	(,*;'9<'G	(,*'9<'G	(,;&%&(G	(,;%9*%G	(,;<&&;&GG
123				(,*<;F&G	(,*&;%G	(,;%(<G	(,;%9(G;G	(,;<;(*;GG
1 04					(9&9' &GG	(,F&;<F&GG	(,F%9&F&GG	(,;:&;%G
5 4						(,F9(' 'GG	(,F;''GG	(,;'F&'G
) 04							(,99%F;GGG	(,;<9FF%GG
/ .								(,;<;' %G

! K '(L :L 'L G GG GGG 6

\$

- 8 4 > &92 - -

+ #3; /89 - #3; \$

\$ 9 >22 \$ J \$ \$?

9 4 - #3; -

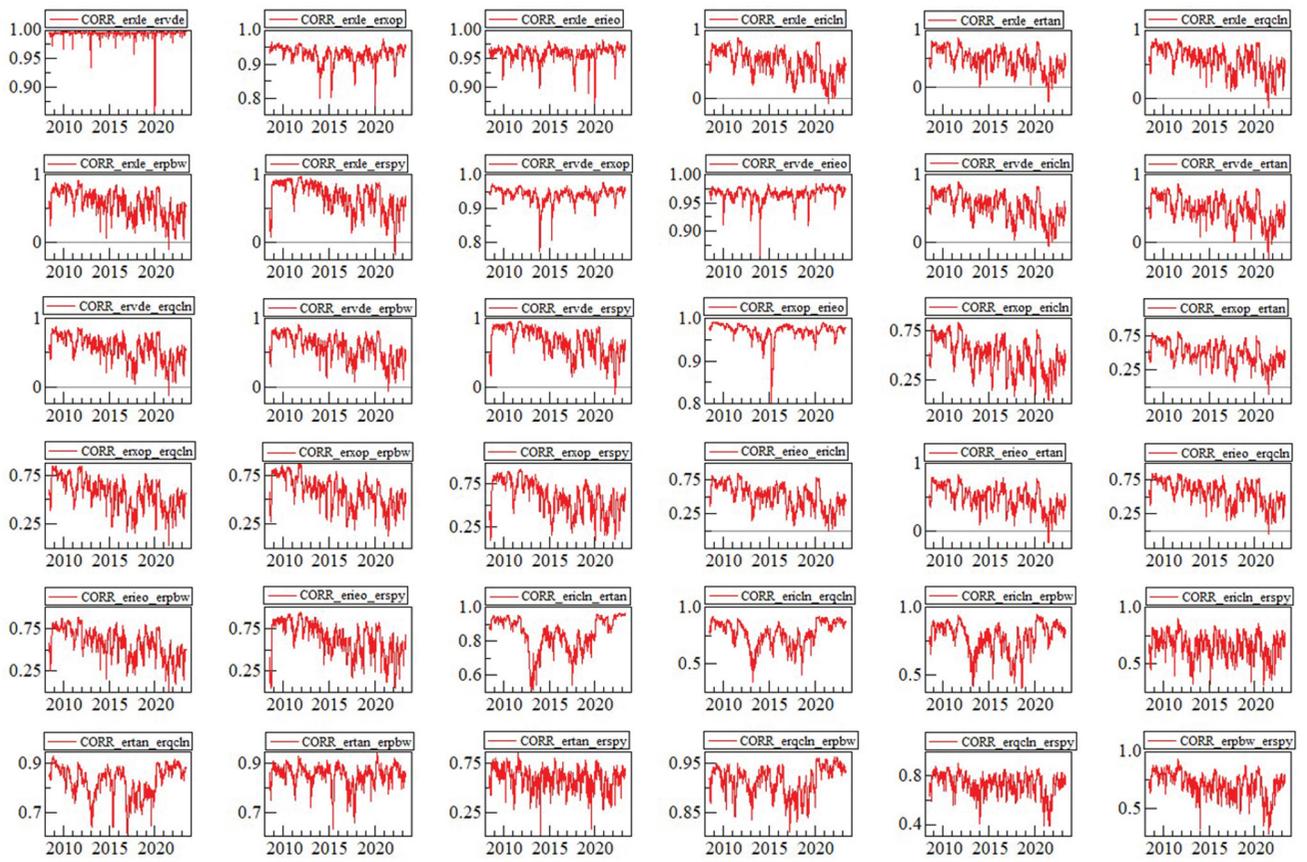
>22 >22 \$

0-- 7 8 04

\$ - - -

\$*! @ #3; \$ -

>22



5 6 # ! + 6 ,

, \$ 0

\$ >22 - 8 3 , ' 6 3\$ 8 % ' 6 ,

8 - - ' /89 6 - , , - %

&0. 2: \$ = >22

+ /89 - 0 # 0 id -DKK \$ K 4 ! 4

, \$ 0 ! 4\$

- , 6 - , 0 &\$ 3\$ A\$ \$ L= - -

, , \$ F 6 , , - , > - , # = ' , 9 M 0 &\$ 3\$ 4\$ N> 2 2 0 3 - / \$P

, /89 \$ 4 4% ! H ??\$ - DKK \$ K \$! K *4))\$ 4\$** *\$

O &\$ 3\$ \$ 2 - \$ <\$ NE
 - ' &. O2:
 \$P ! " #
 *AD))AH)*A\$ - DKK \$ K \$ AKCS \$ 4\$ \$?\$
 B 8\$ \$: \$ AS N>
 - ' - \$P
 \$ 4AD< HA*\$ - DKK \$ K \$ AKCSC -
 , \$)\$ \$ \$
 2 \$ O\$ \$: \$ / \$ <\$ N/
 EO. &O. 2: - - \$P
 % " ! ! 4% 44?H4A)\$
 - DKK \$ K \$))K A)\$
 2 6 \$ O\$ 9\$ # 6 O\$ O@ &\$ E \$ \$ N8
 > 2 : O--
 - E D/' , 2 /
 /89 \$P & % # ! \$
 A D A* \$ - DKK \$ K \$ AKCS C, \$ \$ A* \$
 / . \$ /\$ \$ N> 2 2 D
 O # - 2 , ' &O. 2: \$P
 4% 44?H4) \$ - DKK
 \$ K \$?!K *4) !!A !<!*\$
 9 >\$ /\$ /\$. @\$ AS N8 = ,
 2 . E 2
 >22 \$P ! " #
 D * H !)\$ - DKK \$ K \$ AKCS \$)\$ 4\$ *\$
 : , 2\$ \$ O\$. @ 6 ' \$ \$ NO / ,
 > 2 2 \$P
 ! " #)A % 4)44H4)<)\$ - DKK \$
 K \$ AKCS \$ \$?\$ \$
 : \$; \$ G\$ B\$ 5 \$ \$ N> /89 - ' , ' ' ,
 ' , QP ' (

\$) 4% 44)H4<<\$ - DKK \$ K \$
 AKCS , \$ \$ 4\$ 4\$
 . / O 1 23 \$ 4\$) * + ' , *
 \$ \$ O > D . /
 O \$
 G\$ 5\$ \$ \$
 G\$ \$ \$! \$ N> ' , B , , =
 /7 8 9 2 - #
 > ' - & \$P
 - ! % <<H))\$ - DKK \$ K \$ K \$
)4\$
 . @' # \$ R\$ O\$ B\$ I' \$ @ \$ \$ N ' ,
 " , 0 . ' - '
 /89 \$P # .
 ' 4 4 % 44?H) <\$ - DKK \$ K \$ *K <*\$
 <4A* ! \$
 # 8\$ /\$ B >\$ R\$ 8 \$ \$ N:
 \$P 4 %
 4 < \$ - DKK \$ K \$ 44? K 4 4 < \$
 # 2\$ F \$ B\$ I' S\$ 9\$ # G\$ 3\$ 5 T\$ G \$ \$
 N8 8 ' D 8 2 ,
 2 2 F 9 , 2O3 \$P
 - / A?D **<\$ - DKK \$ K
 \$ AKCSC ' \$ \$ **<\$
 = 280>\$ \$ & ' * \$ / 0
 (' \$ * " - \$; 6
 & ' D = \$
 ; 5\$ 3\$ & \$ *\$ N3 , ' D
 O , QP
 / 0 !D<4H))\$ - DKK \$ K \$ AKCSC \$ *\$
 \$ \$

#	25A	\$!	6 K	
!	D02	2 !	/	&&9%(D02 ! # " #
				,, 6 ! + # ! J 6
H 2	H !	2 !	:	;&; H 2 \$ 6 # ' # " 6 #
				\$ # ! M ,, 6 B !
D3/	/ @/ 3 @		%, ' F: D3/	\$ 6 # # ! ! !
	2"6 @			B 6 "6 6 ! ! #
	/		@/5	\$ 1 " # "#\$ %% !
123	3 @		(,* <(123	\$ 6 # J # " # \$! "6 6 !
	2"6 @			6 # J # " # \$! "6 6 !
!	1 04	+	%, ' ; & 1 04	\$ 6 # # 66 " # '((! 6 , " \$
	2 !			' , 9% < 5 4 \$ # 6 ! + ' & " & (! + , " \$
5 4	1		\$ 6 # # 6	! + ' & " & (! + , " \$
) 04	A 5 4)		' , % () 04 #	\$ 6 # # 6 ! + ' & " & (! + , " \$
	2 ! 2 !		B	\$ 6 # # 6 ! + ' & " & (! + , " \$
/ .	1 .		(; & (/ .	\$ ' #) * + # # \$
	2 !			6 # # 6 !! + # #
2J	/I	/ @/ : ((	%%%	/I \$ 6 # # + , , ' - ! . / 01 2
	I	' N I 5	& ' , < 9(I	\$ B 6 # # 6 + + ! # 5
				! # ' N ,
' 7	!	+	!	& (' 9 N & % , ! 7 + ! I ,

6				
		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ 8 ^{&}
C		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ ' 6 j8 j 98 &
/		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ h ' i j8 j 98 :
1		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ h ' 6 8 ^{&}
A1		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ h ' 6 8 ^{&}
A1 /		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ h ' 6 i j8 j 98 :
I		3	$\frac{4}{56}$	$\frac{76}{56}$ h ' 6 ' i i 8 ^{&}
5 6	5 6	5 6	...	5 6 7 6 ' 7.6 ... 7.6 ' 5 C
A1 /	I			C ! \$ # !
	6 B	6 +		

6

#

!

	>'?	>'?'		"	\$ B		>'?	>'?'		"	\$ B	
>D02 H 2?	(,;::	(,(:(	(,9:<	(,;9	E',*,&('	&;*,'*	(,;::	(,(:(	(,9<<	(,;::	E',(&9	&::,%;
>D02 D3/?	(,;&;	(,(&*	(,FFF	(,;F%	E',;<%	,;*<	(,;&9	(,(&*	(,F9*	(,;F;	E',;<(%	F,9;
>D02 123?	(,;<(	(,('%	(,9F(	(,;9%	E&,*<&	'&;;	(,;::	(,('%	(,9F%	(,;9*	E&,(' '	'(,;F
>D02 1 04?	(,;&F	(,;'%	E,(,FF	(,;9&	E,(;<	&;<*	(,;&F	(,;' '	E,(;&	(,;'%	E,(;*((	&;F;
>D02 5 4?	(,*9F	(,;9;	E,(&<<	(,9<<	E,(;:%	&;,F	(,*9F	(,;9F	E,(;&'	(,;99%	E,(;%&:	%,((
>D02) 04?	(,;<(	(,;9%	E,(;' *%	(,9F;	E,(;<9(	&;,<	(,;<'	(,;'9'	E,(;'((	(,;9(	E,(;<&&	%,(;
>D02 / . ?	(,;F;	(,;99	E,(;' <	(,;:'	E,(;F;	&;F%	(,;FF	(,;9<	E,(;<(	(,;%%	E,(;' <	&;9%
>D02 /1?	(,;<F;	(,;&(F	E,(;' F9	(,;:<*	E,(;(%	%,%;	(,;<'	(,;' '	E,(;'9;	(,;:<	E,(;9	%,;9
>H 2 D3/?	(,;'*	(,(&'	(,FFF	(,;FF	E&,*;<	'*,(9	(,;'(	(,(&'	(,F9'	(,;9(	E&,' <*	'&;<F
>H 2 123?	(,;<:	(,('&	(,9:<	(,;9*	E&,<9*	'<,%*	(,;<:	(,('&	(,9<:	(,;99	E&,' &*	'&;('
>H 2 1 04?	(,;:%	(,;' '	E,(;<	(,;9'	E,(;' *	&;<'	(,;:%	(,;'99	E,(;%%	(,;'*	E,(;%9%	&;<9
>H 2 5 4?	(,*;'*	(,;9F	E,(;&*	(,9<:	E,(;*<F	%,((	(,*;:	(,;'9;	E,(;'9	(,;99'	E,(;%&:	&;;:
>H 2) 04?	(,;<:	(,;9%	E,(;'&:	(,99'	E,(;<F(	&;,F	(,;F(	(,;9(	E,(;F<	(,;99F	E,(;'9	&;,9
>H 2 / . ?	(,;9*	(,;'9*	E,(;<F	(,;'%	E,(;::	&;,F'	(,;9<	(,;'9%	E,(;(&%	(,;9&*	E,(;'9(	&;,F*
>H 2 /1?	(,;<F;	(,;&(%	E,(;' %	(,;-%	E,(,FF9	%,%	(,;<9<	(,;'&	E,(;'&:	(,;<9	E,(;F9:	%,*:
>D3/ 123?	(,;F'	(,(&(	(,9(	(,;:%	E%,9((	&;*,'*	(,;F'	(,;' '	(,9(9	(,;::	E%,<:	&;(&
>D3/ 1 04?	(,;F	(,;<9	(,;%%	(,9%:	E,(;&*9	&;,%'	(,;F	(,;<F	(,;*;	(,;9<*	E,(;9	&;,'
>D3/ 5 4?	(,*;'	(,;'F	E,(;' <	(,;9&	E,(;&:(	&;,F%	(,*;'	(,;' '	E,(;<9	(,;9&*	E,(;'%F	&;<F
>D3/) 04?	(,;<:	(,;'::	(,;'(	(,;9<	E,(;%<	&;;:	(,;<F	(,;'&	(,;F%	(,;9F;	E,(;&<	&;,*9
>D3/ / . ?	(,;9&	(,;'(	(,;'&(	(,;9<F	E,(;&*'	&;,*(	(,;9:	(,;'(	(,;'*	(,;99;	E,(;'*	&;,%%
>D3/ /1?	(,;<(	(,;9;	(,;99	(,;;	E,(;%,'	&;,%:	(,;<'&	(,;'9%	(,;9	(,;9%<	E,(;%%F	&;,%*'
>123 1 04?	(,;'%	(,;'FF	E,(;((	(,;9'	E,(;%*'	&;,*(	(,;'%	(,;'FF	(,;(9	(,;9FF	E,(;'*	&;,*F
>123 5 4?	(,*;'	(,;<9	E,(;' F&	(,;9%&	E,(;%9'	&;,9<	(,*;&	(,;<9	E,(;' *%	(,;9'	E,(;&9	&;,9%
>123) 04?	(,;<9	(,;'<:	E,(;'**	(,;9* <	E,(;: *	&;,F*	(,;<:	(,;'<:	E,(;((	(,;9F;	E,(;'9F	&;,F;
>123 / . ?	(,;F9	(,;'<:	(,;((*	(,;99%	E,(;'<;	&;,9	(,;9'	(,;'F(	(,;(*	(,;'<	E,(;'<	&;,<(
>123 /1?	(,;<%&	(,;'(	(,;(*%	(,;:%<	E,(;'<(<	&;,F;	(,;<*	(,;'F;	(,;<(	(,;'*	E,(;F&	&;,9<
>1 04 5 4?	(,9*:	(,;F	(,;'*	(,;:<<	E,(;'<'	%,%<	(,;9*9	(,;'%	(,;'&*	(,;<F	E,(;F*	%,;F
>1 04) 04?	(,FF&	(,;'F	(,;%*(	(,;:&&	E,(;'%	%,**	(,;FF&	(,;'*	(,;%&	(,;'*	E,(;F&	%,*'
>1 04 / . ?	(,F9'	(,;'<	(,;'(	(,;:<	E,(;'9<	%,%;	(,;F9%	(,;'9	(,;'*	(,;'<	E,(;'<:	%,(&
>1 04 /1?	(,;<<%	(,;:	(,;%(	(,;:<	E,(;* <&	&;,9%	(,;<<'	(,;'%	(,;%'	(,;:&	E,(;&* &	&;;&
>5 4) 04?	(,9&;	(,;<(	(,;'<:	(,;'%'	E,(;9&&	%,&(	(,;9&9	(,;<(	(,;'<%	(,;'*	E,(;:%	&;;:
>5 4 / . ?	(,9::	(,;(*&	(,;<&:	(,;'<	E',*;&	<9;	(,;9*'	(,;(*&	(,;<%9	(,;:<<	E',(&F	:,<9
>5 4 /1?	(,;::	(,;'(	(,;%(	(,;9<&	E,(;'&F	%,9*	(,;::	(,;'(	(,;9(	(,;9(	E,(;F	%,*%
>) 04 / . ?	(,;'<	(,;(&9	(,;'(	(,;:<%	E,(;'<'	&;,<*	(,;'<:	(,;(&:	(,;9';	(,;F;	E,(;%*'	&;,*%
>) 04 /1?	(,F*'	(,;9%	(,;9:	(,;:(	E',(%*	*,%&	(,;F*'	(,;9*	(,;' '	(,;' '	E,(;9(*,((
>/ . /1?	(,F'&	(,;'*	(,;&F<	(,;:&;	E,(;9*'	%,;'	(,;F*'	(,;'%	(,;'%	(,;'%	E,(;<<:	%,F*